مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية - السنة (٥) العدد (١٧) يوليو ٢٠١٦م

العلوم والتقنية للفتيان

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

دائمًا أعلى فأعلى

صفحة ٥٤

جاليليو
نظام تحديد المواقع الأوروبي القادم

صفحة ٣٢

ماذا يحدث لو **توقفت** الأرض عن **الدوران؟**

صفحة ٦٦

المقالات المنشورة في هذا العدد مترجمة عن المجلة الفرنسية العلم والحياة «Science & Vie»

ISSN 1658 6239



رؤية قيادة... وطموح شعب...

نحو مستقبل أفضل لنا ولأبنائنا







العلوم والتقنية للفتيان هي مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، والمقالات المنشورة فيها مترجمة عن المجلة الفرنسية العلم والحياة «Science & vie»، ومجلة العلم والحياة للصغار «Science & vie junior»، وتأمل المدينة أن يجد فيها الطلبة ما يفيدهم ويعينهم على فهم كثير من الظواهر والمستجدات العلمية المعاصرة.

المراسلات

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص ب ٦٠٨٦ ـ رمز بريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

هاتف ٠١١٤٨٨٣٥٥٥ ـ فاكس ٠١١٤٨١٣٣١٣

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

www.kacst.edu.sa





KACST_ar KACST_ar KACST

KACST.ar KACSTtv

كلمة العدد

تعود إليكم مجلتكم لتنطلق مجددًا بباقة من المقالات المتنوعة حظي فيها الطب والصحة بحصة الأسد. فمن المواد التي لا غنى عنها في طعامنا هي الملح! ولكن لماذا نسرف في استعماله ونحن نعلم أن مضاره كثيرة؟ وما يزيد الطين بلة أن الصناعات الغذائية تفرض علينا اليوم أكثر من أي وقت مضى أغذية مملّحة بشكل مفرط. ذلك سيكون من أبرز مواضيع هذا العدد. وقدمنا أيضًا ما توصل إليه باحثون وضعوا تقنية ثورية لتعديل الجينات بدقة غير مسبوقة. كما تمّ تقدير معدل العمر الذي يظل فيه الإنسان بصحة جيدة. واخترنا إلى جانب ذلك مقالا حول اللحوم الحمراء وارتباطها بمرض السرطان.

تركنا مجال الصحة وعرجنا بعد ذلك على الاقتصاد والإدارة فأجابنا أحد الخبراء أنه "كلما ازددنا رقمنة للواقع، بدا لنا المنطق الإداري في هيئة أكثر طبيعية". وأظهرت دراسة أخرى أن معدل الحرارة ١٣ درجة هو الأفضل لمعدل الإنتاج الاقتصادي!

وأبرز مقال في الاتصالات ضمن هذا العدد هو ذلك الذي يتطرق إلى نظام «جاليليو»، وهو النظام الأوروبي الذي يحدد المواقع الجغرافية، والذي سيكون أكبر منافس لنظام «جي بي آس» المتداول. ومن جهة أخرى، تساءلنا كيف نجعل من بياناتنا الشخصية بيانات «غير شخصية» حتى لا يتم استغلالها مثلاً على شبكة الإنترنت؟ لنطمئن! فهناك باحثون يعكفون على إنجاز برامج تشفير قادرة على توفير الخدمات ذاتها مع حماية حياتنا الخاصة. وفي باب التقنيات المتقدمة استعرض مقال آلةً تصنع الثقة! وتزعم أنها توفر القدرة على إقامة علاقات غير قابلة للتزوير، بل قادرة على تعويض كاتب العدل أو الموظف أو أي هيئة رسمية. ويجيب موضوع آخر عن السؤال: "كيف أحفظ الصور الملتقطة بجوالي؟".

ولأن البيئة من المواضيع التي لا يخلو منها أي عدد من أعداد المجلة فقد تطرقنا إلى الموارد المائية الأكثر عرضة للتهديد بعد أن أشارت عدة دراسات إلى انخفاض مستوى طبقات المياه الجوفية في العالم. ومن المواضيع التي لها علاقة بالبحر عرّفنا بتلك الحيتان القاتلة التي طوّرت تقنيات لا تُقاوم للقبض على فرائسها.

أما في موضوع البناء والتشييد فاخترنا هذه المرة استعراض مشروع المملكة الضخم، وهو تشييد برج جدة الذي سيكون الأعلى على وجه الأرض.

ثم طرحنا السؤال المحيّر: ماذا يحدث لو تتوقف الأرض عن الدوران؟ فكشف لنا كاتب المقال ما لا نتصوره من العجائب التي تترتب عن هذا التوقف.

أما المهتمون بالفيزياء من القراء فسيدركون أن مشوارها لا زال طويلاً إذ أنها ماضية في الكشف عن جسيمات من نوع جديد! وعلى هؤلاء أن يصدقوا الفيزياء عندما تظهر كتابين بلغت مقاومة أوراقهما درجة من القوة مكنتها من تحمّل وزن سيارة! تقول الفيزياء إن مردّ ذلك هو قوى الاحتكاك بين الأوراق. يمكن أيضًا للقارئ الإطلاع على موضوع شيّق حول صناعة درّاجات عجيبة وغريبة.

ومن المنوعات، قدمنا في هذا العدد، بالإضافة إلى الركن الثابت «سؤال جواب» قائمة من المهن العلمية الغريبة التي يمكن للمرء أن يستفيد منها دون قضاء وقته في المختبرات، وفضلاً عن الأخبار العلمية المختلفة.

نتمنى أننا وُفّقنا من خلال هذه المواضيع في اختيار مادة ثقافية علمية تفيد وتمتع جمهور قرائنا. نسأل الله التوفيق.

رئيس التحرير



المحتويات

السنة (٥) العدد (١٧)
يوليو ٢٠١٦

طب وصحة

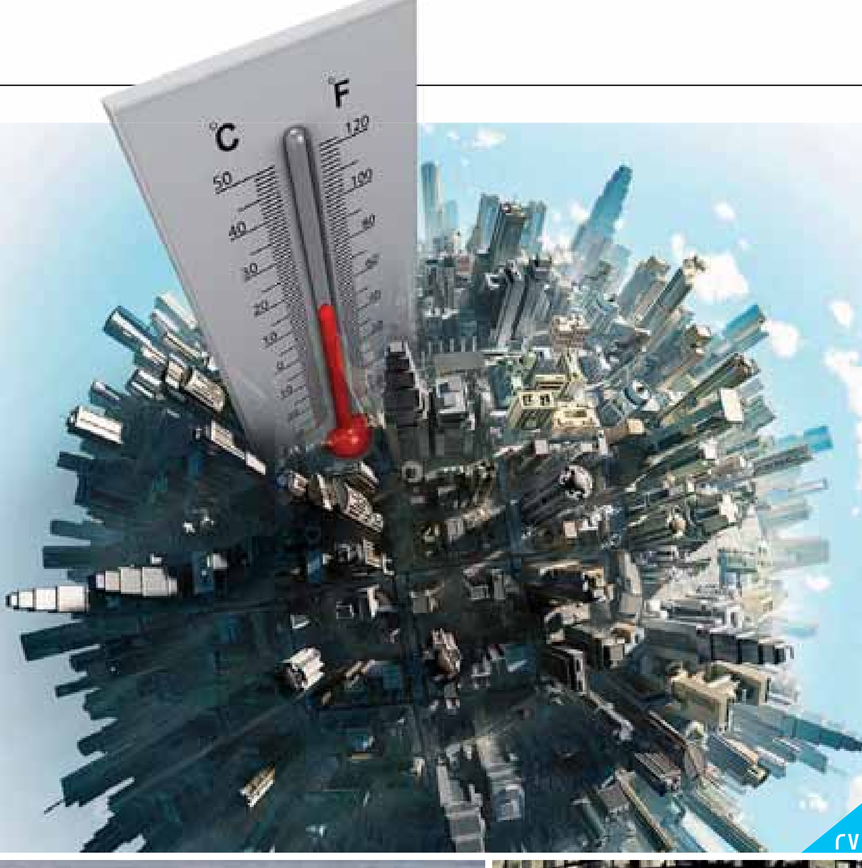
اقتصاد وإدارة

تقنية المعلومات والاتصالات

بيئة ومياه

بناء وتشييد

الفضاء والطيران







٤٦







فيزياء

منوعات



صورة الغلاف



دائمًا أعلى فأعلى

ص ٥٤



١٢٠٠٠ وفاة سنويًا في فرنسا

ولكن لماذا نسرف في تمليح الطعام؟[١]

على الرغم من التحذيرات الصحية والحدود التي وضعتها منظمة الصحة العالمية، يواصل الفرنسيون تناول الطعام كثير الملح. ولكن الذنب ليس ذنبهم! فبطبيعة الحال الصناعات الغذائية تَضع في موائدنا، دون أن ندري، أغذية مملحة بصورة مبالغ فيها. إلى متى؟ إليكم تحقيق كورالي هانكوك[٢].

EYES OF SCIENCE/SPL/COSMOS - SHUTTERSTOCK - F.LELAN/REA SHUTTERSTOCK - C.PEDRAZZINI/SPL/COSMOS - B.BELLANGER

كان ذلك سنة ٢٠٠٠م. كان بيير مينيتون «Pierre Meneton»، الباحث في المعهد الوطني للصحة والبحث الطبي، يقدم تقريره إلى الوكالة التي كانت تسمى «الوكالة الوطنية للسلامة الصحية للتغذية». في ذلك الوقت كان هو أول من أشار في فرنسا إلى التبعات الصحية المأساوية المرتبطة بمكوّن من أكثر المكوّنات شيوعا... هو كلوريدات الصوديوم الذي يعرف عادة باسم الملح.

وبعد مرور خمس عشرة سنة كانت الحصيلة مؤلمة. فقد تضافرت الحجج على مسؤولية الملح في ظهور ارتفاع الضغط وأثره المؤذي في شراييننا (انظر الصفحات التالية).

وفي سنة ٢٠٠٣م أوصت منظمة الصحة العالمية بوضوح، إدراكا منها بأهمية الصحة العامة، بألا تتجاوز كميات الصوديوم حدَّ جرامين، أي ما يعادل ٥ جرامات من الملح (ملعقة قهوة صغيرة)، في اليوم بالنسبة إلى الشخص الواحد.

ولكن في شهر أغسطس من سنة ٢٠١٤م كشف فريق دولي عن أن ما يناهز ١٢٠٠٠ فرنسي يقضون نحبهم كل سنة بسبب حوادث قلبية وعائية، مرتبطة ارتباطا مباشرا بالحد الأقصى الذي توصي به منظمة الصحة العالمية. ويذكر سيرج هيركبرج «Serge Hercberg»، عالم الأوبئة المتخصص في التغذية، ←


الفرنسيون يستهلكون ضعف الملح الموصى به
يستهلك الفرنسيون، في المتوسط، ٩ جرام يوميا من الملح، والحال أن الحد الذي توصي به منظمة الصحة العالمية هو ٥ جرام يوميا (الخط الأحمر).
حد الـ٥ جرام من الملح الموصى به من قبل منظمة الصحة العالمية
متوسط الاستهلاك من الملح (بالجرام يوميا)
١٢
٩
٦
٣
٠
أثيوبيا
المكسيك
نيجيريا
ألمانيا
الولايات المتحدة
الهند
فرنسا
إسبانيا
البرازيل
روسيا
إيطاليا
الصين
SOURCE: BRITISH MEDICAL JOURNAL, 2013

← مدير البرنامج الوطني للتغذية الصحية، بأسف أن "١٪ من الفرنسيين و٥٪ من الفرنسيات فقط يستهلكون ما يقلّ أو يساوي ذلك القدر الموصى به". وكذلك يوضح بيير مينيتون أن "الدراسات المتعلقة بالتغذية تكشف عن أن ما يقارب ٤٠٪ منا يعتنون باستهلاكهم للدهون والسكر، في حين أن الذين يعتنون منا باستهلاك الملح لا تتجاوز نسبتهم ١٠٪".

ليس لدينا خيار!

علينا أن نلاحظ أن كميات الملح التي يتناولها الفرنسيون تواجه صعوبة في التناقص. وحسب التوقعات الأخيرة في دراسة المعهد الوطني للسرطان بالوكالة الوطنية للسلامة الصحية للتغذية، فإن استهلاكنا يصل إلى ٨,٧ جرامات يوميًا للرجال، و٦,٧ جرامات للنساء، أي أقل من أرقام سنة ١٩٩٩م بما لا يزيد على ٥٪. والأدهى من ذلك، أن الدراسة العالمية الكبرى «قانون التغذية» (Nutricode) تُبين أن الأرقام تنحو قليلا إلى الارتفاع!

إن أوروبا تتجه إلى خطر. وهذه مارغريت شان «Margaret Chan»، مديرة منظمة الصحة العالمية، تقول غاضبة في محاضرة لها ألقتها سنة ٢٠١٣م: "بمعدل يتراوح بين ٧ و١٨ جرام يوميًا، لا تحترم أي دولة عضو التوصيات". وعلى الصعيد العالمي، فإن ١,٦٥ مليون شخص يموتون سنويًا من جراء مرض قلبي وعائي مرتبط بهذا الإفراط.

فهل يعني هذا أننا ربما نستخدم المُملحة أكثر مما ينبغي؟

الحق، أن هذا غير صحيح تماما. فالكميات التي تم قياسها في دراسة المعهد الوطني للسرطان تقتصر على الكميات المرتبطة بالأغذية، التي يجب أن نضيف إليها جراما أو جرامين لتمليح الوجبات وماء الطبخ، وهي عملية يقوم بها المستهلكون بأنفسهم (وهو أمر يمكن أن يقودنا، إجمالا، إلى ١٠,٧ جرام بالنسبة إلى الرجال و٨,٧ جرام بالنسبة إلى النساء!). وبعبارة أخرى، فإن عاداتنا ربما لا تكون مسؤولة إلا عن ربع تجاوزاتنا. والبقية؟ إنها مرتبطة بالأغذية التي تنتجها المصانع!

كل هذا الملح! بما في ذلك منتجات نكهتها أبعد ما تكون عن الطعم المالح، مثل البسكويت، والحبوب... وفي مجلة «العلم والحياة» تساءلنا لماذا لم تَغزُ المنتجات «بدون ملح» رفوفَ المتاجر؟ وباختصار، لماذا يواصل المستهلك في أغلب الأوقات الإفراط في تناول الملح، دون أن يكون له خيار؟

كلا، إن الخيار، من الناحية الحيوية، موجود... منذ الولادة. ذلك أن أكثر الناس يجهلون أن طعم الملح ليس فطريا: إنه نكهة ثقافية، ننقلها جيلا فجيلا إلى أبنائنا، أهو بمثابة الهدية المسمومة؟

إن اشتهاء المالح، خلافًا للحلو، يستمد أصله

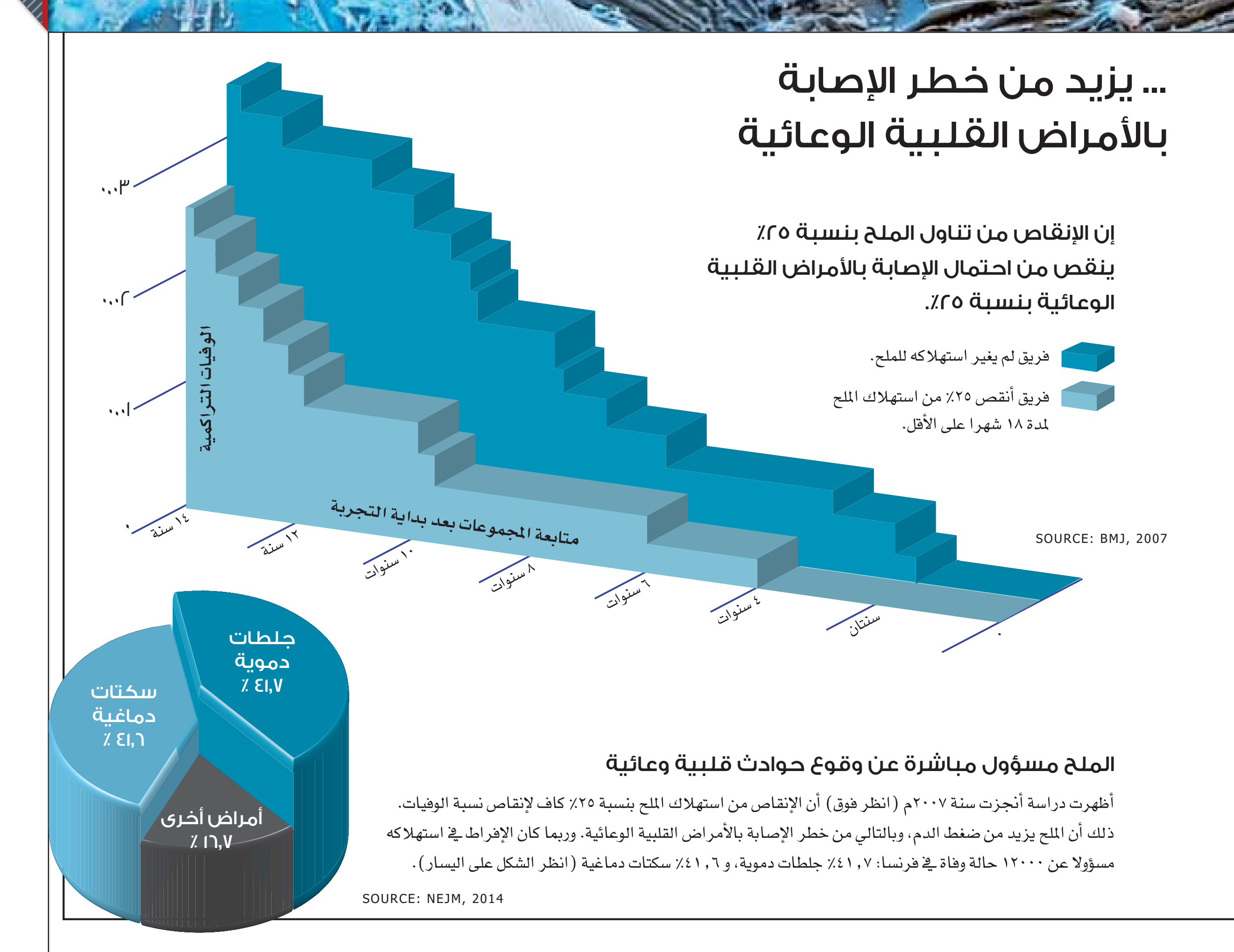
زيادة الملح الناتجة عن استهلاك المنتجات الصناعية...

يضيف الفرنسيون عندما يأكلون ما بين جرام وجرامين من الملح يوميا، وهو ما يمثل ٢٥٪ من استهلاكهم (المقدَّر بين ٨ و١٠ جرام). في حين تكشف دراسة عاداتهم الغذائية أن ٧٥٪ من الملح الذي يتناولونه يأتي من منتجات صناعية، على رأسها الخبز واللحم المقدد.

SOURCE: ANSES

الإفراط في الملح متَّهم بالتسبب في أمراض المناعة الذاتية

ما زالت الفرضية في محل جدل، ولكن العلامات تشير إلى وجود صلة بين الإفراط في الملح وعدد من أمراض المناعة الذاتية مثل تصلب الأنسجة، ومرض كرون (Crohn)، ومرض السكري من النوع الأول... وفي سنة ٢٠١٣م، بينت ثلاث فرق من الأطباء الأمريكان والألمان، في الواقع وفي المختبر، أن التركيز العالي للملح يفضي إلى إنتاج لمفاويات تي إتش ١٧ (Th17)، وهي خلايا مناعية نعرف أنها مسؤولة عن أمراض المناعة الذاتية. وفي تجاربهم، أظهرت الفئران التي أخضعت لنظام غني بالملح تطورا لشكل أخطر من التهاب الدماغ والنخاع المناعي الذاتي، وهو نموذج من تصلب الأنسجة عند الفئران.



... يزيد من خطر الإصابة بالأمراض القلبية الوعائية

إن الإنقاص من تناول الملح بنسبة ٢٥٪ ينقص من احتمال الإصابة بالأمراض القلبية الوعائية بنسبة ٢٥٪.

الملح مسؤول مباشرة عن وقوع حوادث قلبية وعائية

أظهرت دراسة أنجزت سنة ٢٠٠٧م (انظر فوق) أن الإنقاص من استهلاك الملح بنسبة ٢٥٪ كاف لإنقاص نسبة الوفيات. ذلك أن الملح يزيد من ضغط الدم، وبالتالي من خطر الإصابة بالأمراض القلبية الوعائية. وربما كان الإفراط في استهلاكه مسؤولا عن ١٢٠٠٠ حالة وفاة في فرنسا: ٤١,٧٪ جلطات دموية، و ٤١,٦٪ سكتات دماغية (انظر الشكل على اليسار).

من التغذية العائلية. ويشير غاري بوشان «Gary Beauchamp»، المدير الفخري لمركز مونيل للحواس الكيميائية، وهو مركز بحث أمريكي متخصص تحديدًا في فهم آليات الذوق والشم إلى أنه "من المعروف أن الطفل، عند ولادته، لا يستجيب، أو حتى يتذوق المحلول المالح، في حين أنه، في تلك السن، يستجيب بالقبول للمحلول الحلو. إن إقحام الأغذية المالحة في طعام الصغير هو الذي سيطوّر شهيته المستقبلية". وقد بيّن هذا الباحث منذ سنة ٢٠١٢م بطريقة جيدة جدًا أن الأطفال المتعودين قبل غيرهم على الملح يحتفظون بميل أقوى إليه.

مادة حافظة طبيعية

علينا مع ذلك أن نتذكر أنه إن كان الملح والتغذية البشرية يتقاسمان تاريخا مشتركا طويلا منذ ما قبل التاريخ، فذلك يعود إلى حد ما إلى أن هذا المكوّن كان لحقبة زمنية طويلة، الطريقة الوحيدة لحفظ المواد القابلة للتلف (كاللحوم، والأسماك وغيرها) لفترة تمتد شهورا. هذا فيما يخص المصدر الثقافي. غير أنه منذ القرن التاسع عشر الميلادي، ظهرت طرق أخرى للحفظ (التبريد، التجميد، التعليب...). فما جدوى جبال الثلج التي يستخدمها المهتمون بقطاع الأغذية الزراعية؟ تتحدث سيسيل روزي «Cécile Rauzy»، من الجمعية الوطنية للصناعات الغذائية عن "دور الملح الذي ما زال مهما في الحفظ بفضل مفعوله المضاد للبكتيريا، وخاصة في إعداد اللحم المبرد". وتضيف آن إيمانويل لو مينو، من «آدريا» للتنمية (ADRIA)، وهو مركز تقني مكلف بتحويل التقنيات إلى صناعة الأغذية الزراعية أن "الملح يعدّل تخمير الأجبان، والسجق، وعجين الخبز، ويسهم في تكوين قشرة الخبز وقشرة بعض الأنواع من الأجبان، ويحسّن تركيبة اللحم بتكوين روابط بين بروتيناته. فاللحم المقدَّد الذي يكون ملحه قليلا جدا يصير تقطيعه مستحيلا. وهذه الخصائص الكثيرة للملح تجعل من الصعب أن نخفّض منه إلى ما دون حد معين".

يقول الصناعيون إنهم ربما يملكون هامشا صغيرًا نسبيًا للتخفيض من كمية الملح. وهذه مشكلة: فإن كان هذا الهامش صغيرًا، فكيف يحدث أن منتجا واحدا في الظاهر، تكون كميات الملح فيه مختلفة من ماركة تجارية إلى أخرى؟

المسألة مسألة تكلفة

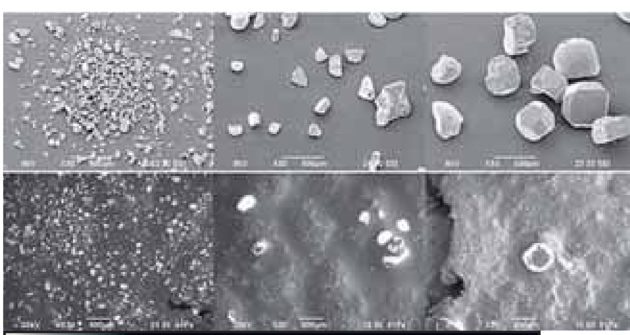
قصَدْنا متجرا كبيرا، وأمسكنا بالقلم، وسجلنا الفوارق في كمية الملح (في ١٠٠ جرام) في اللازانيا المجمدة المصنوعة باللحم المفروم، فوجدناها تتراوح بين ٠,٦٢ جرام و٠,٩ جرام؛ وكانت ←

M.KONTENTE - B.BELLANGER

ثلاث طرق للحدّ من الملح

رغم أن تقليد طعم الملح أصعب من تقليد طعم السكر، فقد توصل الباحثون والصناعيون إلى حلول مختلفة قد تسمح بالحد من كمية الملح في طعامنا.





١- استخدام حبوب أدقّ و/أو وضعها أكثر على السطح

يُبتلَع قسم من ملح الطعام حتى قبل أن يُحدث إحساسا مالحا في سقف الحلق. فلو استخدم الصناعيون حبوبا أدق، أو ملّحوا بطريقة تفضيلية سطح الأغذية بدل داخلها، لاستطاعوا أن يحصلوا على الإحساس نفسه بملح أقلّ.

← بين ٤,٦ جرام و٦ جرام في اللحم المقدد النيء؛ وبين ٠,٨٥ جرام و١,١ جرام في معلبات اللحم المطبوخ بالعدس. أي إن الاختلاف يفوق ٢٠٪ ويبلغ أحيانا ٣٠٪. والأغرب من هذا، أننا وجدنا في الماركة التجارية الواحدة، أن بضائع تبدو متقاربة جدا تعلن أحيانا أرقاما تكون الفوارق بينها كبيرة جدا. فمثلا، بين نوعين من حبوب القمح بطعم الشوكولاتة، وجدنا أحدهما يعلن كمية من الملح تفوق سبع مرات ما يعلنه النوع الآخر!

ويرى بيير مينيتون، وهو من المعارضين التاريخيين للملح، أن هذا الارتفاع والانخفاض في الكميات المعلنة مرتبط بكلفة الصنع: "فالملح وهو مادة غذائية رخيصة جدا، يسمح بالزيادة في قدرة الأغذية المحوَّلة على احتجاز الماء، وبالتالي بالزيادة في وزنها. وبعبارة أخرى، فإن الإنقاص من كمية الملح يعني إنقاص الوزن، واعتمادا على التصريحات الشفوية التي تكرَّم لي بها بعض المستثمرين في القطاع، فإن هذا يعني خسارة في حجم الأعمال تتراوح بين ١٠٪ و١٥٪!". وحتى لا يُنقِص الصناعيون من هامش أرباحهم، فإنه يتعين عليهم أن لا يقتصدوا في الملح.

المقدد (أقل من ٢١٪ منذ سنة ٢٠٠٥م) تطلّب انتقاء لحوم متماسكة حتى نستطيع أن نواصل تقطيعها دون صعوبه، ولهذا آثار مالية لا يستهان بها". وهذا يدل على أن المسألة هي حقًا مسألة كلفة!

وفي الحقيقة، فليس الصناعيون وحدهم هم

إن إنتاج مواد صناعيَّة بنسبة ملح أقل ستؤدي إلى فقدان ١٥٪ من حجم تجارة الملح

وتُنكِر بريجيت لوران-لانجوفان «Brigitte Laurent-Langevin»، مديرة مصلحة التغذية في شركة نستله فرنسا هذه الحجة، فتقول: "فيما يخص الملح، فإن ربح الوزن طفيف جدا". بيد أنها تعترف بأن "إنقاص كمية الملح في بعض الأغذية، مثل اللحم

الذين سيواجهون خسائر كبيرة في حال اعتماد استراتيجية عامة للإنقاص من استهلاك الملح. فكل واحد منا قد جرب الأمر: فتناوُلُ الأغذية المالحة يجعل الإنسان يشعر بالعطش. وعلى وجه أدقّ، فإن الكمية المتوسطة من الملح الملاحظة في جل البلدان



٢- إضافة بهارات ومحسّنات نكهة للملح

هذا هو الحل الأسهل: وهو يكمن ببساطة في جعل الطعام ألذّ، بأن نغيّر الوصفة ونضيف إليها بهارات. وبإمكاننا أيضا أن نستخدم مكونات يطلق عليها اسم «محسنات نكهة الملح»، وهي تثير طعما مالحا، مثل نكهة السردين.

٣- تعويض الصوديوم بمعادن أخرى

في بعض الأغذية ذات الملح المخفف، تم تعويض كلوريدات الصوديوم جزئيا بكلوريدات البوتاسيوم (KCl). وهو يمثل أيضًا أغلب الأملاح التي تسمى أملاح الحمية التي تباع في الصيدليات.

المصنّعة (وهي بين ٨ جرام و٩ جرام يوميا) تؤدي إلى استهلاكنا من المشروبات بزيادة تفوق ٣٥٠ مل من استهلاكنا الطبيعي لو التزمنا بالـ٥ جرام من الملح الموصى به من قِبَل منظمة الصحة العالمية. وفي سنة ٢٠٠٨م، بيّن فينج جي «Feng J» وزملاؤه في جامعة لندن، أن كل جرام زيادة من الملح يؤدي إلى زيادة بـ ١٠٠مل في الاستهلاك اليومي من المشروبات. والحال أن أكثر من ربع هذه الزيادة (٢٧ مل تحديدا) كان يتكون من المشروبات الغازية... إلى درجة أن الباحثين ذهبوا إلى حد اتهام المبالغة في استهلاك الملح له دور محتمل في وباء السمنة الذي يصيب أبناءنا!

ويزداد الشك، حين ندرك أن الشركات المتعددة الجنسيات هي نفسها التي تروّج أحيانا السلعتين. فشركة بيبسيكو العملاقة مثلا، (التي لم تقبل الإجابة عن أسئلتنا)، تبيع المشروب الغازي المعروف، ولكنها تبيع أيضا رقائق البطاطا (شيبس). والأمر نفسه بالنسبة إلى شركة يونيليفر (التي لم ترسل إلينا بدورها أي جواب رغم تذكيرها). أما شركة نستله فرنسا، وهي بالتأكيد لا تروّج لمشروبات غازية، ولكنها تروّج لماركات تجارية كثيرة من المياه المعدنية (كونتريكس، وفيتال، وهيبار...)، فإن مديرة التغذية فيها تنكر هذا الاتهام، قائلة: "لو كانت هذه التهمة صحيحة، لما تصرفت نستله وعلى وجه العموم مجموع قطاع الصناعات الغذائية بنزاهة، كما فعلت منذ حوالي خمس عشرة سنة".

يبقى أن نقدّر إلى أي حدّ تصرفت الصناعات الغذائية «بنزاهة» في التخفيض من الملح. وبما أنه لم يقنَّن أيُّ إجراء مُلزِم الحدودَ القصوى منذ خمسة عشر عاما، فإن الأمر يتوقف على «النوايا الحسنة» للصناعيين. ولئن بُذلت جهود، ففي منتجات محددة. يقرّ سيرج هيركبرج بأن "الغذاء الصناعي، على سبيل المثال، نَقُص الملح الذي يحويه بنسبة تتراوح بين ٥ و٢٠٪ عما كان عليه قبل عشر سنوات".

وفي إطار الخطة الوطنية للتغذية الصحية، تم منذ عشر سنوات توقيع ما يقارب ثلاثين اتفاقية، تعهد الصناعيون بموجبها، من جملة ما تعهدوا به، بالتخفيض من كمية الملح في منتجاتهم. وتشير سيسيل روزي إلى أنه "تم أيضًا وضع اتفاقيات جماعية، منها على سبيل المثال الاتفاقية المبرمة في شهر فبراير سنة ٢٠١٤م مع قطاع المخابز والحلويات، الذي يضم ٣٢٠٠٠ نقطة بيع، وهي تنص على أنه انطلاقا من نهاية سنة ٢٠١٤م ستصنع ٨٠٪ من أنواع الخبز بقدر من الملح يقل بـ١٨ جرام في كل كيلو جرام من الطحين، و١٠٠٪ منه بقدر من الملح أقل بـ١٩ جرام".

إجراءات قسريّة؟

ولكن سيرج هيركبرج يرى أنه "في إطار ←

I.FISK ET AL - J.C.MOSCHETTI/RÉA - P.BESSARD/RÉA

← الإجراءات الإلزامية وحسب، تم استنفاد حُسن الظن بمؤسسات الصناعات الغذائية. ومن الآن فصاعدا يتعين علينا أن ننتقل إلى إجراءات أكثر إلزاما". وبطريقة أكثر مواجهة، لم يعد من المجدي الاعتماد على النوايا الحسنة للصناعات الغذائية!

وفعلا، فقد آن الأوان أن نحذو حذو بلدان أخرى، واجهت مثلنا فشل التخفيض الإرادي من الملح، فاتخذتْ وسائل قسرية. منها وضع حدود قانونية، ونظام ضرائب أكثر ارتفاعا للمنتجات الضارة، وأجهزة مراقبة أو إبلاغ مستقلة... وبدرجات متفاوتة، وضعت البرتغال، وبلجيكا، وهولندا، والبرازيل، وأخيرًا الولايات المتحدة وسائل تشريعية لتغيير الأمور.

أحيانا. ولكن ما عسانا نقول في «محليات الملح»؟

لسوء الحظ، ليس الأمر بهذه السهولة بالنسبة إلى الملح. من حيث علم وظائف الأعضاء (الفيسيولوجيا)، إنه لأصعب بكثير أن نخدع ذوقنا بملح زائف من أن نخدعها بسكر زائف. ويفسر قاري بوشان ذلك بأن "إدراك الطعم الحلو يقوم على ترابط بين جهاز استشعار حسي، يمثل القفل، وبين جزيئة تقوم بدور المفتاح. ولكن، تَبَيَّن أن أنواعا كثيرة من المفاتيح، من السكاكر وأيضا من الأحماض الأمينية أو من البروتينات، يمكنها أن تفتح ذلك القفل. وعلى العكس من ذلك، فإن الطعم المالح هو نتيجة قنوات أيونية لا تسمح بالمرور إلا لأيونات مماثلة لأيونات الصوديوم".

ثبوت نجاح شفرة الألوان في الملصقات

فرصة ضاعت! قانون الصحة –الذي تمت الموافقة عليه في شهر ديسمبر ٢٠١٥م– لا يجعل نظام الوسم الغذائي بالشفرة الخماسية الألوان (من الأخضر إلى الأحمر) إجباريا. بالرغم من أن تركيب الأغذية مذكور بوضوح في الملصقات، فإن هذا القرار يبدو مؤسفًا في الوقت الذي كان فيه فريق من ثمانية باحثين فرنسيين (من بينهم سيرج هيركبرج) يؤكد، قبيل موعد التصويت النهائي النجاح الهائل لهذا الملصق. وقد أنجزوا بحثهم على ما يناهز ١٢٠٠٠ شخصًا كانوا يقومون بالتسوق الأسبوعي في أحد المحلات التجارية الكبرى على الإنترنت، سواء بالاطلاع على مختلف الشعارات الغذائية أو بعدم الاطلاع عليها. ومن بين تلك الشعارات، تبين أن الشفرة الخماسية الألوان (من الأخضر للأغذية الأكثر نفعًا للصحة، إلى الأحمر الأقلها نفعًا للصحة) هي الأكثر نجاحًا للحدّ في الوقت نفسه من كمية السعرات الحرارية، ومن كميتي الأحماض الدهنية المشبعة والملح.

وفي فرنسا؟ هدوء مستتب على واجهة الملح. لا يوجد أي إجراء إلزامي على جدول الأعمال. وحتى مقترح القانون الأخير المتعلق باعتماد وسم مبسّط (نظام ألوان من الأحمر إلى الأخضر) يتعرّف المستهلك من خلاله على الأغذية ذات النوعية الغذائية الأفضل، فإنه فقد صفته الإجبارية، على الرغم من أن نجاحه تم إثباته بقوة (انظر العنوان «ثبوت نجاح شفرة الألوان في الملصقات» أعلاه). وبهذا فإن الصناعيين في فرنسا يحتمل أن يحتفظوا لمدة طويلة بسلطتهم على تقديم ملصقات بضائعهم. ولكن، على الأقل، أليس بإمكانهم أن يقايضوا هذا الغذاء –أعني الملح– بغيره؟ لا شك في أنكم لاحظتم أن رفوف المحلات التجارية الكبرى غنية بالمنتجات المصنوعة من الأسبارتام[٣] أو الستيفيا[٤]، ونكتفي بهذين المُحلِّيين للسكر المشهورَيْن، والمثيرَيْن للجدل

ومن هذه الأيونات، التي تشابهها أيون الليثيوم (lithium). ولكنّ المشكلة، أنه سام بدرجة عالية. ويأتي في المرتبة الثانية البوتاسيوم (potassium). ولكن مع عائق آخر: هو أن كلوريدات البوتاسيوم (KCl)، زيادة على طعمها المالح، تترك في الفم طعما مرًّا، وحتى معدنيا. وللتخفيف منه، عمد صناعيو القطاع إلى إيجاد وصفات كثيرة، فصنع بعضهم خليطا من الصوديوم والبوتاسيوم، وأضاف بعضهم الماغنيزيوم أو الكالسيوم. والنتيجة: أن كلوريدات البوتاسيوم تمثل اليوم ٦٠٪ من سوق بدائل الملح (التي تقدر بـ ١,٢٤ مليار دولار بحلول عام ٢٠٢٠م). لذلك نجده في أملاح الحميات التي تباع في الصيدليات. ويشير بيار مونوتون إلى أنه "في فنلندا، البلد الوحيد الذي تحقق فيه انخفاض مهمّ في الملح، لعبت كلوريدات البوتاسيوم دورا حاسما".

لا شيء ينبغي أن يتغير

بالنسبة إلى الصناعيين، توجد أيضًا تقنيات بسيطة تقوم على «منكّهات الملح». ففي سنة ٢٠٠٩م، بيّن فريق تييري توماس-دانكين «Thierry Thomas-Danguin»، الباحث في مركز علوم الذوق والتغذية (المعهد الوطني للبحوث الغذائية/ المركز الوطني للبحث العلمي/ جامعة بورغوني) أنه حين تضاف نكهات مثيرة لطعم مالح (كالسردين، أو الفول السوداني، أو اللحم المدخن مثلا) إلى محاليل مالحة، فإن تلك المحاليل تُتَذوَّق كما لو أنها أشد ملوحة من المحاليل التي تحوي نفس الكمية من الملح ولكنها خالية من أي رائحة.

وتوجد إمكانية أخرى قائمة على مبادئ فيزيائية. هي مبادئ علم قياس الحبيبات: فكلما دُقَّت حبوب الملح، أعطت مساحة أكبر قياسًا إلى حجمها، وكانت أسرع في التحلل، معطية بذلك ذوقًا بأن الأكل أكثر ملوحة. وللتوزيع غير المتجانس للملح في الغذاء أهمية كبرى أيضا. ويفسر تييري توماس-داكين ذلك بقوله: "حين يكون الملح مركزًا في وسط الطعام، فإنه يُستهلَك قبل أن يستطيع أن يُحدِث الأثر الحسي. لذلك تكون الفكرة أن نضع كمية أكثر قليلا من الملح على السطح ولكن أقل بالداخل". وهذه المقاربة تَبيَّن، حسب دراسة نشرها باحثون هولنديون، أنها تسمح بتخفيض للملح في الخبز يقدر بـ ٢٨٪. ولكن إن كانت حلول من هذا النوع موجودة، فلماذا كانت الصناعات قلما تستعملها إلى هذه الدرجة؟ إن السبب يكمن مرة أخرى في ارتفاع التكلفة. فإضافة بهارات ومحسنات نكهة أخرى، تبدو في نظر عدد من الصناعيين عملية «مكلفة» جدا. انعدام الإرادة، والمصالح المالية الكبرى، واللامبالاة النسبية... لذلك سيواصل الفرنسيون الإفراط في الاستهلاك والتسمم. إن عدد الضحايا غير مرشح للتناقص، لا بل الأدهى من ذلك أنه في ازدياد... حتى ولو أمكن لكل شخص أن يستغني عن الملحة: فحين يتعلق الأمر بكلوريدات الصوديوم، لا يوجد أي خيار حقا... ■

(١) 12000 DÉCÈS PAR AN EN FRANCE: MAIS POURQUOI MANGE-T-ON TROP SALÉ?, Science & Vie 1181, P 38-44

(٢) Coralie Hancok

(٣) الأسبارتام (Aspartame): مادة طبيعية تستخدم لتحلية الأغذية والمشروبات قليلة السعرات وبعض الأدوية. (المترجم)

(٤) الستيفيا (stevia): نبتة من أمريكا الجنوبية تستخدم لقدرتها على التحلية، وقلة الجلوكوز فيها. (المترجم)

الآلة التي تُعدِّل الجينات[١]

توصلت باحثتان إلى وضع تقنية ثورية لتعديل الجينات بمستوى من الدقة غير مسبوق. وهذا أمل حقيقي في مجال معالجة الأمراض الجينيَّة.

بقلم: كارين بَيْريّار[٢]

إنها تحمل اسمًا غريبًا، كريسبر كاز٩ (Crispeur Case 9). فإذا نطقْتَه بالإنجليزية، فإنه يقرمش تحت اللسان كما لو أنه حبوب إفطار! ولكن تذكّروه جيدا: فهذه الآلة الجزيئية من أصل ميكروبي (انظر الإطار في الأسفل) هي أحد أهم الاكتشافات المنجزة في علم الأحياء منذ ثلاثين عاما. ففي سنة ٢٠١٢م، جعل منها عددٌ من العلماء أداةً ثورية، قادرة على محو الحمض النووي (DNA) وإعادة كتابته متى ما أردنا، بالسهولة نفسها التي نعدّل بها نصًا على حاسوبنا. والحمض النووي هو الجزيئة التي تحوي برنامج تكوين أي كائن حي. وهو مكتوب بواسطة أبجدية تتكون من ٤ حروف، أو >نيوكليوتيدات< (هي: أ، س، ت، ج) (A, C, T, G)، ويضم آلاف الجينات، لإنتاج مجموع من وحدات البناء الأساسية التي يتكون منها أي كائن: الوحدات التي تكوّن بنية خلاياه المختلفة، والوحدات التي تسمح له بالهضم، والتنفس، وإنتاج طاقته، إلخ.

ولكن إذا كانت هذه الصفات سليمة، فما جدوى التلاعب بها؟ لأن هذا يسمح بتزويد الكائن بخصائص جديدة، طبعا! إذ يحدث بطريقة طبيعية في الحمض النووي أن تغيّر النصوص. إنها تحولات، أو أخطاء صغيرة تتسرب صدفة إلى >المتتالية< بمرور الأجيال. وبهذه الصورة، ففي صلب كائن واحد، يمكن لنص جينة من الجينات أن يتنوع من فرد إلى آخر، ويترك آثارًا في مظهره. وهذا ما يفسر، على سبيل المثال، أن القطط ليست كلها رمادية (إلا في الليل)! ويمكن لهذه التحولات أيضا أن تؤثر في أداء كائن من الكائنات: بأن تتسبب له في أمراض بتدمير جينة مهمة من جيناته، أو، على العكس من ذلك، بأن تحسّن فيه هذه القدرة أو تلك. وعلى هذا النحو، فإن بعض التحولات تسمح لنباتات بأن تقاوم الجفاف بطريقة أفضل، وللأبقار بأن تنتج حليبا أكثر... وفي الواقع، فإن هذه المحاسن وهذه العيوب تُكتَسَب بطريق الجينات. ومع

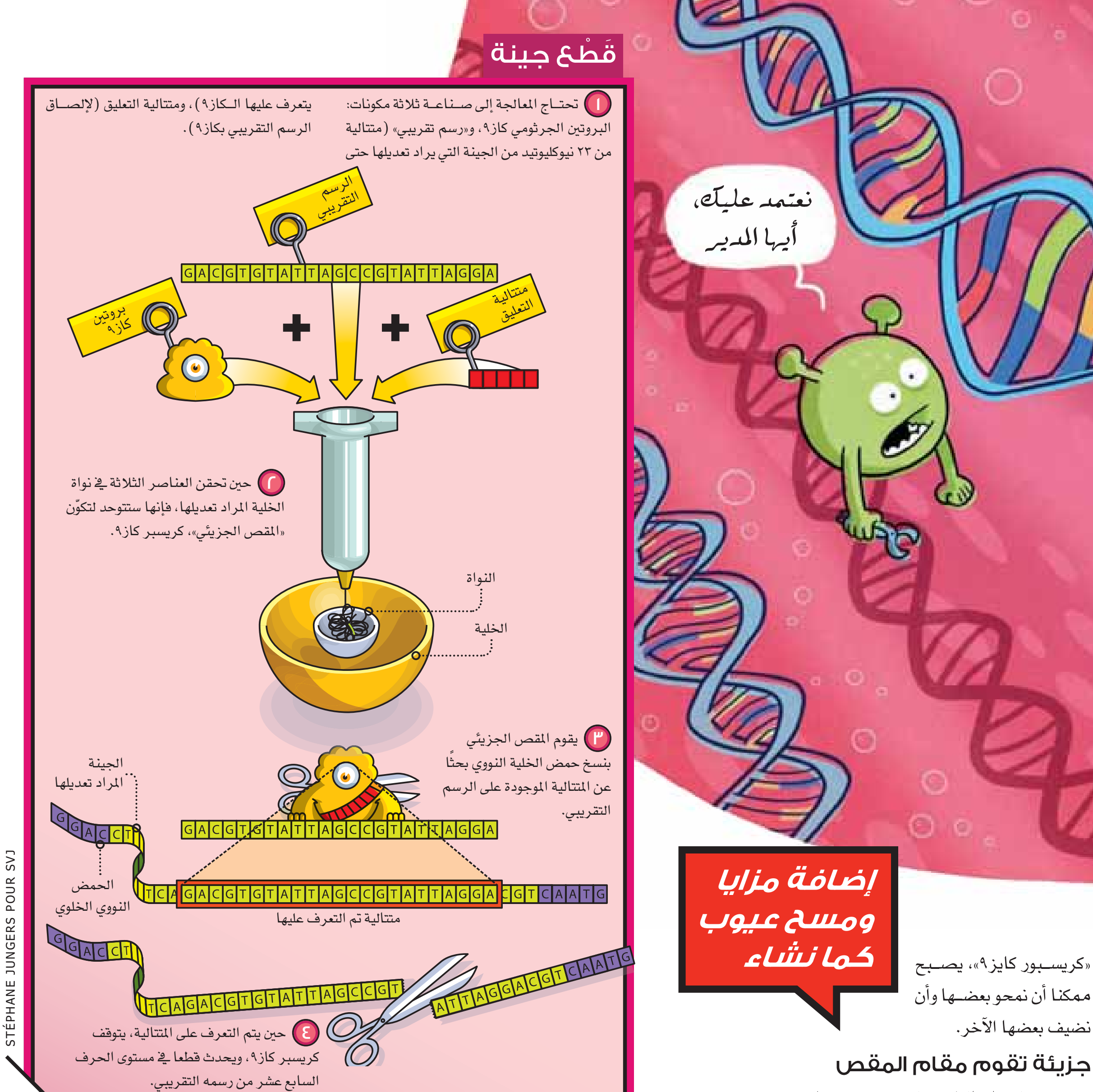
PLUTTARK POUR SVJ

من أين جاءت هذه الآلة الخارقة؟

كان كريسبر كاز٩ في الأصل نظاما يسمح للجراثيم بأن تدافع عن نفسها ضد الفيروسات. وعلى هذا النحو، فإذا أصيبت جرثومة بفيروس، تستطيع أحيانا أن تدمج «نسخة» من حمض مهاجمها النووي في منطقة محددة من حمضها النووي. وهذا يسمح لها بأن تحتفظ في ذاكرتها بـ«الرسم التقريبي» للفيروسات التي هاجمتها. وأن يكون ردُّ فعلها أفضلَ في حال هوجمت مرة أخرى. وما إن تكتشف الجرثومة إصابة جديدة، حتى تصنع عددا كبيرا من نسخ تلك «الرسوم التقريبية»، وتربط كل واحد منها ببروتين اسمه كاز٩. وإذا أُطلقَتْ تلك المقصات في الخلية، فإنها ستقوم بمطاردة حقيقية للفيروسات، وتقضي عليها بتقطيع حمضها النووي. وفي سنة ٢٠١٢م بالذات، نجحت باحثتان: هما الأمريكية جينيفر دودنا «Jennifer Doudna»، والفرنسية إيمانويل شاربنتييه «Emmanuelle Charpentier» في تحويل وجهة هذه الأداة الجرثومية وتكييفها مع الاستخدام البشري.

إضاءة

يتكون الحمض النووي من تتابع لأربع **نيوكليوتيدات**:
ديزوكسي أدينوزين (أ) (A)
ديزوكسي تيميدين (ت) (T)
ديزوكسي غانوزين (ج) (G)
ديزوكسي سيتيدين (س) (C)
ويطلق على النظام الذي تتتالى فيه اسم **المتتالية**.



إضافة مزايا ومسح عيوب كما نشاء

«كريسبور كايز٩»، يصبح ممكنا أن نمحو بعضها وأن نضيف بعضها الآخر.

جزيئة تقوم مقام المقص

ستقولون إن الفكرة ليست جديدة! فالإنسان توصل منذ ما يقارب عشرين عامًا إلى «كائنات معدَّلة جينيا» الذائعة الصيت، تلك الحيوانات وتلك النباتات التي تضاف إليها جينة لتجعلها أجود أداء. ولطالما سمعنا بها إلى حد أننا صرنا نعتقد أننا قادرون على إيجادها على نحو متسلسل. غير أن الأمر لا يعدو أن يكون هزيمة حقا! فرغم أننا اليوم نجد سهولة في أن نحضّر في المختبرات الجينات المضافة، فمن الصعب جدًا أن ندمجها في الكائنات التي نريد تعديلها. فيمكننا مثلا أن ننقلها عبر فيروس (جعلناه غير ضار) له ميزة إقحام الجينة في قلب الحمض النووي المستهدف، ولكنه يضعها في أي مكان: ومن ثم فإن الجينة المضافة يمكن أن تقع في منطقة لا يمكنها البتة أن تتحرك فيها، بل إنها يمكن أن تزعج جينة أخرى مهمة، مما يؤدي إلى قتل الكائن!

ولكي نحصل على كائن واحد معدل جينيا، علينا إذن أن نتلاعب بمئات الخلايا. ثم إنه يتعين علينا أن نراقب الكائنات المعدلة وسلالاتها طوال سنوات، في المختبر، لنتأكد من أن التعديل خال من الآثار الجانبية غير المتوقعة، التي يمكن على سبيل المثال أن تُلحق الضرر بصحة مستهلكيها. وهذه العملية ثقيلة، وطويلة، ومكلفة... أما مع كريسبر كايز٩، فإن الأمر، باختصار، على العكس من ذلك تماما. فإذا كنا نرغب في إنتاج كائنات معدلة جينيا، محددة بشكل دقيق جدًا، فإن هذه الآلة الجزيئية، من جهتها، تجري العملية بالمشرط. إنها ←

> **إضاءة**
>
> يسمح **التلقيح الاصطناعي** بإيجاد جنين خارج رحم الأم. تؤخذ بويضة من الأم، وتوضع مع الحيوانات المنوية للأب. وحين تلقح البويضة، يُدخَل الجنين المتحصَّل عليه في رحم الأم حتى ينمو فيه.

← تشقّ الحمض النووي دائما بالضبط في الموضع المستهدف، بفضل جهاز توجيه مزوَّد بـ«رسم تقريبي»، هو عبارة عن سلك مكون من حوالي عشرين نيوكليوتيد (انظر الرسم ص ١٣). وبعد هذا، توجد اختيارات كثيرة. فإن تركنا الخلية تتصرف بمفردها، فإنها ستحاول أن تجمع أطراف حمضها النووي، ولكن، دون شكل محدد، وسيتسبب هذا الإصلاح في أخطاء تعطل الجينة (انظر الرسم إلى اليسار). ومع ذلك، فيمكن اعتبار ما حصل ثورة صغيرة: فقبل كريسبر، كان مجرد هذا التعطيل أمرا يكاد يكون مستحيلا بالنسبة إلى علماء الأحياء. وبفضل هذه التقنية الجديدة، نجح باحثون في تحسين نوع من القمح مقاوم لليرقان، وهو طفيلية خطيرة يسعى الإنسان اليوم إلى مواجهتها باستخدام المبيدات الملوِّثة.

بسيط كعملية القص واللصق

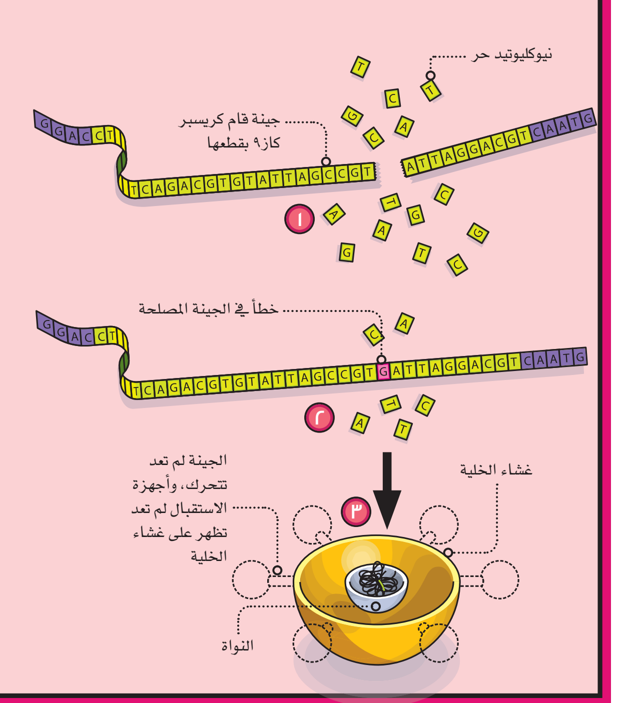
وثمة اختيار آخر: إذ يمكننا من الآن فصاعدًا أن نعدّل نيوكليوتيد واحد أو اثنين لجينة توجد في الحمض النووي، بدل أن نضيف إليه جينة كاملة. ومن شأن هذا، أن يسمح على سبيل المثال، بإصلاح خطأ طفيف مسؤول عن مرض، أو بتغيير متتالية صغيرة جدا لنجعل جينة أجود أداء. ولتحقيق ذلك، يصنع باحثون في المختبر صيغتهم «المصحَّحة» من الجينة، ثم يحقنون منها آلافا من النسخ في الخلية. وعند جمع أطراف الحمض النووي المقطوع بواسطة كريسبر، فإن تلك الصيغة المصحّحة، بدل أن تأخذ نيوكليوتيدات بشكل عشوائي، ستنزع إلى استخدام تلك المتتالية، الموجودة بكمية وافرة.

وبطبيعة الحال، فإننا، باستخدام المبدأ نفسه، نستطيع أيضا أن نضيف جينة قادمة من نوع آخر، كما هو الحال بالنسبة إلى الكائنات المعدلة جينيا. ولكن دقة المقص الجزيئي على درجة من الجودة إلى حد أننا في أقل من أسبوعين، نستطيع أن نحصل على جنين معدَّل لنبتة أو لحيوان. والعملية غير مكلفة: فحالما نتحصل على البروتين كاز٩ (Cas9)، يكفي في كل عملية أن نحضِّر متتالية «الرسم التقريبي». وكلفة العملية تعادل ٦٠ يورو. مبلغ زهيد...

مع كريسبر، بإمكان الباحث أن يعالج الحمض النووي بسهولة

إصلاح الجينة وإعادة كتابتها

استئصال أجهزة الاستقبال السطحية للخلية.
نبدأ بقطع الجينة (بالأخضر) التي تحدد الشفرة لجهاز الاستقبال هذا مع كريسبر كاز٩ (انظر الرسم ص١٣). وبعدها... لا يبقى لنا إلا أن نترك الخلية تتصرف! وفعلا، فإنها تحاول إصلاح القطع بواسطة النيوكليوتيدات الحرة التي تجدها قريبا منها (١). فإن أعادت بناء الجينة كما كانت، فإن كريسبر كاز٩ يتعرف عليها ويقطعها من جديد. ومن هنا، فإن الخلية تُصلِح المتتاليةَ من جديد. ولكن لا مناص لها من أن ترتكب في النهاية خطأ (٢)، يترتب عليه منع الجينة من الحركة. فتتوقف الخلية عن إنتاج جهاز الاستقبال على غشائها (٣).



PLUTTARK POUR SVJ

جائزة نوبل للفيزياء

بطل الجمعية الوطنية لكرة السلة

هذه أفضل عروضنا للأطفال المعدَّلين جينيًا

وإلا، فإن لدي هذا النموذج بسعر مخفّض

مخفض

أذناه يمكن أن تُستخدما كوشاحا

التطبيقات البشرية: الأسوأ...

ولادة أطفال حسب الطلب.
حدث هذا لأول مرة في العالم! في شهر أبريل ٢٠١٦م، أعلن الصينيون أنهم عدلوا الحمض النووي لأجنّة بشرية باستخدام تقنية كريسبر. لم تعش تلك الأجنة إلا أياما قليلة؛ وقد كان العلماء يعرفون مسبقا أنها لا يمكن أن تعيش. ومع ذلك، فيبدو أن معالجة الجينات البشرية، وخاصة الأجنة، صارت من الآن فصاعدا أمرا ممكنا... وهو ما يطرح أسئلة أخلاقية خطيرة. والمبررات الرئيسة المقدمة لصالح هذه المعالجات، هو أن هذا يمكن أن يجنِّب الأطفال أن يولدوا بعيوب وراثية تكون قاتلة أحيانا. وفي الحقيقة، توجد وسائل أخرى لتلافي ذلك. فحين يُحتمَل أن ينقل الأبوان للأطفال مرضا من هذا القبيل، يُقترَح عليهما أن يجريا <تلقيحا اصطناعيا> (انظر الإضاءة، ص ١٣). وهنا يتم الفحص عن الأجنة المتحصَّل عليها بهذه الطريقة، ولا تزرع منها إلا «السليمة». وبهذا، فإن أغلب الباحثين مقتنعون بأنه يتعين تماما منع المعالجة الجينية للأجنة البشرية.



تغيير شكل أجهزة الاستقبال.
نُنتج في المختبر متتالية معدلة من الجينة التي قمنا بقطعها. حرفان فقط يتغيران (الأزرق والأخضر الغامق)، ولكن هذا كاف. ثم نرسل إلى الخلية ملايين النسخ من المتتالية المعدلة (١). وبما أنها شبيهة بمتتالية الجينة المقطوعة، فإن الخلية ستستخدمها لإصلاح تلك الجينة. بادئة بنزع عشرات النيوكليوتيدات حول مكان القطع لتنظيفه (٢). ثم تُقحَم الصيغةُ المصحَّحة من الجينة في الفضاء المحرَّر (٣): فتحل المتتالية الجديدة محل المتتالية القديمة، كما يحدث في عملية القص/ واللصق في أحد النصوص. وبذلك تنتهي العملية: تستطيع الخلية أن تنشّط تلك الجينة المعدلة وأن تنتج أجهزة استقبال على غشائها (٤). وسيكون شكلها مختلفا عن أجهزة الاستقبال العادية، وهو ما سيغير سلوكها.

إضاءة

العلاج الجيني: طريقة تتمثل في إدخال الجينات في كائن لمعالجته.

الكريات البيضاء هي الخلايا التي تدافع عن الجسم. وتوجد منها أنماط كثيرة: فبعضها يتعرف على الأجسام الغريبة (الفيروسات، والجراثيم)، وبعضها الآخر مهمته القضاء عليها.

والنتيجة، أن هذه التقنية، بعد أربع سنوات من بداية تطبيقها، اكتسحت مختبرات علم الوراثة. وبفضلها، تم إنتاج مواد كثيرة منها خمائر تَصنع وقودا حيويا، وتطبيقات طبية مدهشة تماما (انظر الإطارين أسفل صفحة ١٤-١٥). ولكن هذا الوجه الحسن له جانب سيء... فالتحكم في كريسبر سهل جدا. ربما أكثر مما ينبغي. ويلخص لوران تيسون «Laurent Tesson»، عالم الأحياء، المتخصص في هذه التقنية بمدينة نانت بفرنسا، المسألة قائلا: "بعد تحضير لا يتجاوز عشرة أيام، يستطيع أي طالب في علم الأحياء أن ينجز كريسبرًا حيثما اتفق!". وهذه البساطة تضاعف من احتمال أن يَستخدِم بعضُهم هذه الطريقة لعمل أي شيء: إنجاب أطفال حسب الطلب، صناعة فيروسات قاتلة... ولكي نفيد من مزايا كريسبر، علينا إذن أن نفرض قيودا صارمة على استخدامه.

... والأفضل

معالجة الأمراض. إن إصلاح خطأ مسؤول عن مرض وراثي خطير عند شخص حي، هو أحد أكبر الآمال المعلّقة بكريسبر! وفعلا، فلئن كنا نمارس **العلاج الجيني** منذ سنة ١٩٩٠م، فإن هذه التقنية لم تستطع قط أن تتطور، لصعوبة تحديد الموضع الذي تتسرب منه الجينة المصحّحة. والنتيجة، هي أننا، حتى وإن نجحنا في التداوي من المرض، فإن الجينة «الدواء» يمكن أن تربك نظام الحمض النووي وتتسبب في سرطانات (أي تضاعفات الخلايا التي لا يمكن التحكم فيها). وكان على كريسبر، بفضل دقته البالغة، أن يشجع على تطور تلك التقنيات. وفي سنة ٢٠١٧م، يتوقع خاصة أن ينجح العلماء في إصلاح عيب وراثي في شبكية العين، بحقن المصابين به بكريسبر محدد. ولكن المقص العجيب يمكنه أيضا أن يساعدنا على التغلب على أمراض أخرى. وهكذا، نجح أطباء، في بريطانيا، في «شفاء» طفل (انظر الصورة إلى اليمين) مصاب بسرطان خلايا الدم، كان في وضع ميؤوس منه، بإعادة برمجة **كرياته البيضاء** حتى لا تقضي إلا على الخلايا السرطانية، دون الخلايا السليمة. وثمة خبر سار آخر: استطاع فريق آخر أن يجعل الكريات البيضاء الآدمية «مقاومة» لمرض الأيدز (السيدا). بل إنهم توصلوا حتى إلى جعلها تتضاعف في المختبر، وأعادوا حقنها لعدد من المرضى، ليعوضوا بها كرياتهم البيضاء التي قضى عليها الفيروس. والنتائج الأولى واعدة: فعدد الفيروسات في دم هؤلاء المصابين أصبح أقل.

SHARON LEESE/GOSH

(١) LA MACHINE À RÉÉCRIRE LE VIVANT, Science & Vie Junior 316, P 66-69
(٢) Carine Peyrières



الأمراض المزمنة، الأداء البدني...

أجريتُ فحصًا

في الوقت الذي تقترح فيه، مؤسسات على الإنترنت، أن تحلل الحمض النووي (DNA) لمن يرغب في ذلك مقابل ٥٠٠ يورو، قامت ليز بارنيو[٢] بإجراء الفحص. ولكن ليس من السهل أن يكتشف الإنسان ما الذي يخبئه جينومه، وأن يعرف، مثلا، أن لديه البصمة الجينية لهذا السرطان أو ذاك. ما الذي يمكن أن نفعله بهذه المعلومة؟ إليك القصة.

السياق

منذ سنة ٢٠٠٧م، تُسوّق مؤسساتٌ لفحوصات جينية عبر الإنترنت. ولمواجهة نتائج تحليل قليلة المصداقية أحيانا، وعواقبَ يمكن أن تكون ثقيلة، تحاول دول كثيرة (ألمانيا، فرنسا، سويسرا...) منعها وتفرض تدخُّلَ الطبيب.



لحمضِي النووي[1]

كل شـيء إلى الآن علـى مـا يـرام. لم يبـق لي إلا أن أوقّـع علـى وثيقـة الاستلام لشركـة البريد، قبـل أن أفتـح الطرد الـذي وصلني مـن سلوفينيا. بـين يـديّ تقرير في حوالي مائـة صفحـة. يفترض أن هـذا التقريـر "سيكشـف لي عما كُتب في جيناتي لمساعدتـي علـى أن أفهـم كيـف يكـون تأثيرهـا في حياتـي". لا شـيء سـوى ذاك! كل شـيء إلى الآن علـى مـا يـرام. ولكـن غـدا؟ تـرددتُ لحظـات. هـل سيستطيـع هـذا التقرير حقا أن يغيّر حياتي، كما تدّعـي مؤسسـة الفحوص الجينية علـى الإنترنت التي أرسلتُ إليها بطلبيتي؟

لكثرة ما سمعناه عن هذا الطب الجديد المبني علـى البنيـة الوراثيـة والمشخصـن، القـادر على أن يتوقـع احتمالات إصابتنا بهذا المرض أو ذاك، وأن يسـدي إلينـا نصائـح ملائمـة وعلاجـات موافقـة لبصمتنـا الجينيـة، أردت أن أخوض التجربة لفك شفـرة جينومـي الخاص. هـل آن أوان هـذه الثورة الطبيـة، التـي يتباهـى بهـا الكثيـر مـن الخـبراء والمختبـرات الطبيـة؟ هل هي متاحـة وناجعة؟ هل ستخبرني جيناتـي بالأمراض التـي تتربّص بي؟ وماذا غير هذا؟ من بين حوالي مائة مؤسسة تقدّم هـذه الخدمـة، استقـرّ رأيي على شركـة سلوفينية، اسمها جِينْ بْلاَنيتْ «Geneplanet»، تقترح الكشف عـن احتمـالات إصابتـي بـ١٩ مرضـا، واستجاباتي لستـة أدويـة، ولكـن أيضـا الكثيـر مـن التفاصيل المسلّيـة مـن قبيـل قدرتـي علـى هضـم القهـوة أو مؤهلاتي الرياضية.

سجّلتُ طلبًـا للفحص، في مقابـل مبلـغ مالي قـدره ٥٠٠ يـورو (وهـو مبلغ ليـس بالقليل!)، وبعد أسبوعـين، ها أنا ذا أعطـي عيّنة من لعابي وأضعها في أنبوب. تـلا ذلـك شهـر مـن الانتظـار، بذلـتُ خلالـه جهدا كبيرا لأصْـرِفَ نفسي عن التفكير في النتائـج: وهـبْ أنّ جيناتي كشفتْ أنّ لدي احتمالا مرتفعا لأصاب بمرض خطير، فما تراني سأفعل؟ وكيف سأعيش مع ذلك الخبر؟

لننظر إلى الأشياء من الزاوية الإيجابية: فأنا في صحة جيّدة، ويَعِدُني أنصار هذا الطب الجديد بـأن هـذا الفحص سيساعدني على الحفاظ على صحتي. ولنتصوّر لحظة أننا قـادرون على منع حدوث تلك الإصابات التي تتطلب سنوات قبل أن تظهر (الأمراض القلبية الوعائية، السكري، الأمـراض الرئويـة، السـرطانات، وغيرهـا) أو بإمكاننا حتى أن نمتنع عن تناول بعض الأدوية التي يمكن لأعراضها الجانبية أن تكون خطيرة... ما أكثر الأمراض والعلاجات التي نتفاداها! ها قد وصل التقرير، مجلدًا بالألوان، وها هو يدعوني إلى أن "ابدأ لاكتشاف ذاتي". ما هي تلك الجينات التي تبعث الحياة في كل خلية من خلاياي؟ ←

NOAK/LE BAR FLORÉAL - KENTOH/FOTOLIA



طلبيتي للفحص على الإنترنت

لا حاجة إلى وصفة ولا إلى عيادة متخصصة لطلب هذه الفحوصات من مؤسسة للتقنية الحيوية على الإنترنت: الشيء الوحيد الضروري هو بطاقتي البنكية: ٥٠٠ يورو.

أتلقى لوازم أخذ العينات

بعد بضعة أسابيع، أتلقى صندوقا أجد فيه لوازم أخذ عيناتي مرفقا بصفحات كثيرة للشرح؛ سيتم تحليل عيناتي في إيطاليا بطريقة تضمن بقائي مجهولة الهوية مغفلة الاسم.

← لم تلبث مقدمة التقرير أن هدأت حماستي. ففي ما يتعلق باكتشاف الذات، وجدتُ في الحقيقة تحليلا لحوالي ١٤٠ نقطة صغيرة من الـ... ٣٫٥ مليار نقطة التي يضمّها حمضنا النووي! وزادت خيبتي حين اكتشفت الحماقة الكبرى التي يثيرها هذا التحليل الشديد الإيجاز: لقد أصبحت رجلا، له بروستاتا فيها ٢٣٪ من احتمالات التحول إلى سرطان!

يا لها من بداية. اتصلت بالشركة: شرحوا لي أنه رغم ارتفاع مستوى معاييرهم، فإن خطأً تسرب إلى ملفي، ولكن هذا لا يضع البتة بقية تحليلي موضع شك. والسبب معقول: فلا يوجد من بين الـ١٤٠ مؤشرا التي تم تحليلها مؤشر واحد يتصل بالصبغيات (الكروموزومات) الجنسية (وهو ما كان يمكن أن يساعد على اكتشاف غياب الصبغية Y). تعيَّن إذن القيام بتحليل جديد، وتقرير جديد بعد انقضاء أسبوعين. وداعًا لمؤشرات سرطان البروستاتا، ومرحبًا بمؤشرات... سرطان الثدي!

فجأة، حصل لدي انطباع بأنني عدت إلى المدرسة الابتدائية: صفحة مزدوجة مليئة بأقراص حمراء (خطر متزايد) وخضراء (خطر أقل) تقوم مقام التلخيص. قمت بعملية مسح سريع: يا للفظاعة! لقد كانت حصيلتي من النقاط الحمراء أكثر من الخضراء! في ذلك الزمان، كان أبواي ربما طالباني بتقديم تفسير... أما الآن، فبإمكاني أن أعكس الأدوار وأطالبهم أنا بالتفسير: فهما بلا شك اللذان يتحملان المسؤولية كاملة عن هذه النتائج السيئة! إنه لشعور غريب... يشير إلى تعقيد قانوني كبير لهذه الفحوصات الجينية على شبكة الإنترنت: فهي لا تقف عند توريط صحة الشخص، بل تورّط أيضا أقاربه. فثمة قانون يجبرني على إعلام أفراد أسرتي الذين يفترض أن يكونوا معنيين بنتائجي بمجرد أن تُقتَرَحَ عليَّ إجراءاتُ وقاية أو

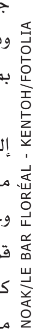
أمر معقد: هذا القرار الفردي يورط العائلة بالضرورة

علاج! ولكن، بين أختي التي لا تريد أن تعرف شيئا، وأمي التي تريد أن تعرف كل شيء، وأبي الذي سيصاب بالهلع لرؤية كل تلك الأقراص الحمراء، فإنني محظوظة حقا...

وأعفيكم من ردود أفعال أصدقائي الذين لا ينصحونني بعدم إجراء الفحص وحسب، بل ينصحونني خاصة بعدم كتابة مقال في الموضوع، خشية أن يؤدي إلى استخدام مخادع من طرف شركة تأميني، أو مكان عملي، أو مصرفي (وبالمناسبة، فإنني أغتنم فرصة هذا المقال لأطمئن مديرة مصرفي التي تعاني الأمرّين للموافقة على إعطائي قرضًا، وأقول لها: لا تركّزي على أقراصي الحمراء، بل اقرئي مقالي حتى النهاية!).

وبما أن هذه التحذيرات الصادرة عن موسوسين ومصابين بجنون العظمة قد ثبَّطتْ همَّتي بعض الشيء، فقد قررتُ أن أهتم أولا بالنتائج التي لا تترتب عليها عواقب، بعلم الوراثة «الترفيهي». وحسنًا فعلتُ، إذ اكتشفت أنني درة يتيمة. تماما! فأنا أحمل طفرة نادرة جدا على نسختَيّ الجينة «هيرك٢» (HERC2)، الكائنة في صبغة ١٥. ولا يحمل هذه التركيبة الجينية إلا ٤٪ من هم من أصول «قوقاسية» -الأشخاص من النمط الأوروبي، في لغة علماء الجينات-. وتؤثر هذه الجينة في لون العينين، وفي هذه الحالة، يقولون لي إن لدي ٨٥٪ من الاحتمالات أن تكون عيناي كستنائيتين. توقُّع في محلّه. كما اكتشفت أنني بالنظر إلى مؤشرين جينيين كائنين في الصبغة ١١ وفي الصبغة ١٥، يفترض أن أحظى بمقدرة كبيرة على التحمل. وهذا توقُّع آخر في محله. وأعفيكم من تفاصيل هضمي للقهوة، ومن نمط صمغ أذني، ولكن، هنا أيضا، تتطابق النتائج تطابقا تاما مع واقعي.

ولننظر الآن كيف يفترض أن تكون استجابتي للأدوية. وهذه إحدى التطبيقات


NOAK/LE BAR FLORÉAL - KENTOH/FOTOLIA



عيّنة صغيرة من اللعاب

أجد نفسي اضع لعابي في أنبوب، أمام عدسة المصور... عليّ أن أُقدم ٢ مل من اللعاب، الذي يستطيع المختبر أن يستخرج من بعض خلاياه حمضي النووي.

موافقة... قائمة على الوعي

قبل أن أرسل عيّنتي، عليّ أن أوقع على وثيقة أقر فيها بشكل خاص أن المؤسسة لا يمكن أن تتحمل مسؤولية عدم دقة النتائج. إنه إجراء يولد الثقة!

الواعدة للطب المبني على البنية الوراثية: استهداف العلاج الجيد أو تجنيب الشخص أن يتعاطى علاجا تكون استجابته له سيئة. وبين الأدوية المذكورة (ميتفورمين، وارفارين...)، صدمني رؤية قرص أحمر قانٍ إنه الستاتين، وهو دواء يستخدم كمضاد للكلسترول، وهو دواء يثار حوله جدل واسع بسبب الإفراط في وصفها للمرضى واحتمالات تأثيراتها الجانبية. وقد بيّنتْ دراسات كثيرة أنّ حوالي ٢٥٪ من عموم الناس يملكون اختلافات جينية تزيد زيادة ملحوظة من احتمال أن تسبب هذه الستاتينات لديهم آلاما وتفككا عضليا. رائع، هذه هي حالتي. وقد أعلموني أن احتمال إصابتي بشكل من أشكال القصور العضلي في حال تعاطيّ لعلاج بالستاتين، يفوق ٤ مرات احتمال عموم الناس به، علما أن هذه الاستجابة تبقى نادرة (بين ١ و١٠٪). ومع هذا، علي مع ذلك أن أتذكر هذا الأمر إن حاول أحد الأطباء أن يصف لي هذا النوع من الدواء!

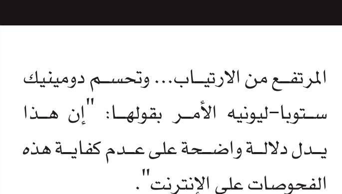
سرطان الثدي، هذا المرض المتصدّر

لننتقل إلى الأمراض. أحدِّد فورا الأمراضَ التي أنا معرَّضةٌ أكثر للإصابة بها: فهي معلّمة بالأحمر القاني. ومن بينها يستوقفني السكري من النوع ٢. فمن خلال تحليل ٩ مؤشرات جينية، لدي ٤٠٪ من احتمالات الإصابة بهذا المرض، مقابل معدل يبلغ ٢٥٪ لدى عموم الناس. وليس هذا بالأمر الهيّن! ويطمئنني طبيبي الخاص بعد أيام قائلا: "سيكون مفاجئا حقا أن تصابي بمرض السكري. ليس لديك أي عامل من عوامل الخطر العادية: زيادة الوزن، قلة الحركة، سكري الحمل، السوابق العائلية...".

تفحصتُ هذه المؤشرات التسعة التي تم اختيارها للتحليل، فاكتشفتُ أنها فعلا واردة في دراسات مختلفة باعتبارها تضاعف احتمالَ الإصابة بمرض السكري من النوع٢. ولكنني اكتشفت أيضا أنه يوجد أكثر من ٥٠ مؤشرا جينيا لها صلة بهذا المرض، وأن كل واحد منها لا يزيد احتمال الإشارة عن الإصابة به على ١,١ إلى ١,٣ بالنسبة إلى الذين لا يحملون تلك الاختلافات الجينية. ولكي تزيد الشركة من الاحتمال بـ١,٦ بالنسبة إلى عموم الناس، عن طريق إضافة آثار كل مؤشر من تلك المؤشرات التسعة. وقد أذهلتني هذه الطريقة في حساب المؤشر، إلى حد أنني استجوبتُ فرانسواز كليرجي-داربو «Françoise Clerget-Darpoux»، وهي متخصصة في علم الجينات وعالمة في الرياضيات (بالمعهد الوطني للصحة وللبحث الطبي، مستشفى بول-بروس بباريس في فرنسا) فقالت: "المشكلة أننا لا نملك نموذجا تفسيريا لهذا المرض، ولا لأي مرض آخر متعدد الأسباب. وتفترض هذه المؤسسات التجارية أن آثار كل مؤشر يضاف بشكل مستقل إلى آثار المؤشرات الأخرى. ولكن الأمر أكثر تعقيدا من هذا بكثير!".

بين هذا التبسيط في الحساب وحكايتي الشخصية، وجدتُ في هذا القول سببين وجيهين لعدم القلق من ذلك القرص الأحمر القاني. لننظرْ في المرض التالي. لحظةُ رهبة: ها نحن ندخل صنف «سرطان الثدي». وهذا أحد الأمراض المتصدرة في الطب المبني على البنية الوراثية، خصوصا بعد أن شرحتْ أنجلينا جولي كيف سَمَحَتْ ببَتْر ثدييْها ومِبْيَضيْها بعد أن علمت أنها كانت عرضة للنوع «العائلي» من سرطان الثدي. ذلك أن هذه الممثلة الأمريكية لديها فعلا طفرات في الجينتين بركا١ (BRCA1) وبركا٢ (BRCA2) مما يعطيها حوالي ٨٠٪ من احتمالات الإصابة بالسرطان قبل سن السبعين. وبعد هذا الإعلان، تضاعف في فرنسا عدد الراغبات في إجراء الفحص الجيني الخاص بالكشف عن احتمال التعرض لسرطان الثدي.

وقد أبلغوني بأن احتمال إصابتي يُقدَّر بـ١٨,٣٢٪ (شاهدوا الدقة!) مقابل متوسط الاحتمال وهو ١٢٪. المفاجأة: أنه من بين المؤشرات الجينية التسعة التي تم تحليلها، لا يوجد أي مؤشر يتعلق بالطفرات بركا ←



أخيرًا، وصلت نتائجي!

مرّ أكثر من شهرين قبل أن أتلقّى نتائجي الأولى، التي سيتبين أنها تحوي خطأً لا يستهان به: فأنا في نظرهم رجل لديه احتمال كبير للإصابة بسرطان البروستاتا!

← الذائعة الصيت. وقد شرحتْ لي الشركةُ السلوفينية الأمرَ بالهاتف، فقالت: "ليس لنا الحق في تحليلها. فالمتخصصون يرون أنه ليس بإمكاننا أن نعلن احتمالات تصل إلى ٨٠٪ لمرض على هذه الدرجة من الخطورة دون مستشار جيني". وفعلا فإن القانون في فرنسا يفرض توفير مساعدة نفسانية في كل الفحوصات الجينية المتعلقة بالصحة.

مستوى مرتفع من الارتياب

والحق، أن تلك المؤشرات التسعة حُدِّدت بكونها تزيد بنسبة طفيفة من احتمال الإصابة بسرطان الثدي، بصرف النظر عن أي طفرة في الجينات بركا (فأكثر من ٩٠٪ من سرطانات الثدي تحدث دون تلك الطفرات بركا). وبطلب مني، شرحتْ لي دومينيك ستوبا-ليونيه «Dominique Stoppa-Lyonnet»، وهي واحدة من المتخصصين الكبار في علم الأورام الجينية، فقالت: "إن لهذه المؤشرات صلاحية علمية كبيرة، ولكن فائدتها السريرية ضعيفة جدا". وفي الواقع، لا يزيد أي منها من الاحتمال بأكثر من ١,٢. والأدهى من هذا: أنهم أبلغوني بأن احتمالات إصابتي تصل إلى ١٨٪! ولكن إن كانت لدي الطفرات نفسُها التي وُجِدَتْ عند أنجلينا جولي، والتي لم يقع تحليلها هنا، فإن احتمال إصابتي بسرطان الثدي يمكن أن يزيد بأربعة أضعاف! غير أن تقريري لا يذكر في أي موضع منه هذا المستوى المرتفع من الارتياب... وتحسم دومينيك ستوبا-ليونيه الأمر بقولها: "إن هذا يدل دلالة واضحة على عدم كفاية هذه الفحوصات على الإنترنت".

ولننتقلْ إلى آخر قرص من أقراصي الحمراء. إنه أحمر قان جدا، إذ إن لدي هنا احتمالات تفوق احتمالات عموم الناس بـ٣,٣ مرات للإصابة بمرض الاضطرابات الهضمية، الذي يسمى أيضا «حساسية الجلوتين». ومن بين الأمراض الـ١٩ التي تمَّ الفحصُ عنها، كان هذا المرض هو الذي يمثل أكبرَ احتمال أن أصاب به. ويعتمد الحساب هنا على ٨ مؤشرات، حُدِّدتْ بكونها من أكثر المؤشرات تأثيرا في دراسة وقَّع عليها ٦٧ مؤلفا، وتعلقت بأكثر من ١٥٠٠٠ شخص. ومن بين هذه المؤشرات يضطلع أحدها بدور رئيس: إذ إن ٩٠٪ من المرضى يحملونه. وأنا منهم! وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذا الطراز الجيني موجود نسبيا لدى عموم الناس: فحوالي شخص من كل أربعة أشخاص يحمله، في حين أن ١٪ فقط من عموم الناس معني بهذا المرض.

وقد كتب لي أحد المتخصصين في هذا المرض، وهو الأستاذ الأمريكي أليسيو فاسانو «Alessio Fasano» قائلا: "يوحي تحليلك بأنك متوافقة جينيا مع مرض الاضطرابات الهضمية، ولكنه لا يعطيك أي يقين فيما يخص احتمال إصابتك به". والسبب معقول: فالشركة أبلغتني بأن احتمال إصابتي الفعلية بهذا المرض لا تتجاوز ٢,٩٨٪! فإن رأيتُ الزجاجةَ نصفَ مملوءة، فإن هذا يمنحني ٩٧,٠٢٪ من الحظوظ بأنني لن أصاب به البتة! كل هذا صحيح. ومع ذلك... فها أنذا يملؤني الشعور بأنني سيئة الحظ.

وبما أن جوجل هو أحسن أصدقاء الأشخاصِ الموسوسين، فقد انطلقتُ أسعى إلى زيادة معرفتي بمرض المناعة الذاتية هذا، وجعلتُ، مباشرةً، أعراضَه الموصوفةَ أعراضي: التعب، المشاكل الهضمية، آلام البطن... وأنا مدركة تماما أن تلك الأعراض تنطبق على الجميع، ولكن الآن، أنا «متوافقة جينيا»، لا تنسوا...

قررتُ أن أذهب في أبحاثي إلى أبعدَ من ذلك: أي أن اتخذ إجراءات احترازية متنوعة (مرتبطة بجهاز المناعة) خاصة بمرض الاضطرابات الهضمية، مع التخفيض الشديد من حصة الجلوتين لدي. ولكن تحليل الدم كان سلبيا: فليس لدي أي

NOAK/LE BAR FLORÉAL - KENTOH/FOTOLIA



لدي أقراص حمراء كثيرة...

لُخِّص تحليلي الجيني في صفحتين رُمز إلى كل نتيجة فيهما بقرص ملون: يكون القرص أخضر إذا كان احتمال إصابتي قليلاً بالنسبة إلى عموم الناس، ويكون برتقاليًا إذا كان الاحتمال مطابقًا للمتوسط، وأحمرًا إذا تجاوز الاحتمال المعدل. وقد حصلت على أقراص حمراء أكثر مما حصلت على الخضراء...

أثر من مرض الاضطرابات الهضمية. وبعد أن قضيتُ أسبوعين دون جلوتين، استسلمتُ في النهاية: فالأمر معقّد جدا، وكُلفته مرتفعة جدا.

إن استسلامي يضفي مسحة من الصواب على العديد من الدراسات التي تُبيِّن أن تلك الفحوصات الجينية لا تؤدي بالضرورة إلى تغيير السلوك. والأدهى: أن الباحثين يشيرون حتى إلى مواقف جبرية، ناتجة عن شعور بنقص رأس المال الجيني. دون الحديث عن المحظوظين الذين يحصلون على أقراص خضراء أكثر من الأقراص الحمراء، وإذ يظنون أنهم في حمى من الأمراض، فهم يعتمدون تصرفات تنطوي على مخاطرة.

وينتقد ديديه سيكار «Didier Sicard»، وهو طبيب ورئيس سابق للجنة الاستشارية الوطنية للأخلاقيات في فرنسا هذا الوضع قائلا: "إن الهدف الواعي أو غير الواعي لهذا الطب المبني على البنية الوراثية هو أن يوقع في حبائله الإنسانيةَ برمَّتها: الأصحَّاء والمرضى على السواء. وأي شيء أروع بالنسبة إلى السوق من أن تعرف أن منطقة نفوذها لا نهائية؟ إن ما يهم الطب المبني على البنية الوراثية هو السوق، لا العلم".

هذه الفحوصات لا تحث الناس على اتباع نمط عيش مختلف

لقد أنشئت هذه السوق في أواخر السنوات ٢٠٠٠م في الولايات المتحدة الأمريكية، وأخذتْ منذ فترة قصيرة في الانتشار في أوروبا. ومستقبلها لا يُقرَأ في فك جيناتها، بل في تكلفتها: ففي الوقت الذي كانت فيه سِلسِلةُ أجزاءٍ صغيرة من الحمض النووي تتطلب سنوات وعددا كبيرا من فِرَقِ الباحثين منذ خمسة عشر عاما، صارت، من الآن فصاعدا، ثلاثةُ أيام و١٠٠٠ يورو كافيةً لفك شفرة الجينوم برمّته! واليوم، تكلّف هذه الفحوصات ما بين ٢٠٠ و٥٠٠ يورو، بحسب المؤسسة، وعدد المؤشرات المطلوبة. وهي تكلفة في تناقص مستمر.

نتائج مختلفة باختلاف المؤسسات!

إننا نتصور بالضرورة هذه التجارة (تحليل الحمضي النووي) في أوج ازدهارها. ولكنني أكتشف في الحقيقة أن هذه السوق اليافعة تمر بأزمتها الأولى عبر الأطلسي. فقد عمدت هيئات عمومية مختلفة، تَجَاوَزَها نجاحُ تلك الفحوصات المنزلية، إلى تحذير المستهلك من هذه "التنبؤات التي لا يوجد دليل طبي يشهد بصحتها". وما يزيد الأمر إرباكا: هو أن عددا من الأبحاث أَثْبَتَتْ أن نتائج عيّنة واحدة يمكن أن تختلف من شركة إلى أخرى! ولهذا عَلَّقت الوكالةُ الأمريكيةُ للدواء، من نهاية سنة ٢٠١٣م إلى شهر أكتوبر من سنة ٢٠١٥م، حققت أكبر مؤسسة للفحوصات الجينية بالإنترنت، وهي مؤسسة «٢٣وأنا» (23andMe) مبيعات كبيرة، بسبب غياب الأدلة الكافية على مصداقية فحوصاتها وفائدتها. ومع ذلك، فإن هذا القرار الأمريكي لم يوقف شركة «٢٣وأنا» أو مواصلة أنشطتها في الخارج، وخاصة في كندا والمملكة المتحدة.

فهل المسألةُ إذَنْ مسألة ثورة طبية أم مسألة سوق مخزية؟ إن اعتمدتُ فحصي، فإنني أكون قد أدركت أننا لم نفهم حتمية الأمراض المتعددة الأسباب فهمًا كافيًا حتى نتأمل التنبؤ بها بفضل عدد من الطفرات الجينية. وفي الحالات النادرة التي كانت فيها المؤشراتُ الجينية مرتبطةً باحتمالٍ إضافيٍّ هامٍّ بالإصابة بمرض ما، كما هو الحال بالنسبة إلى بعض أنواع السرطان (سرطان الثدي أو سرطان القولون والمستقيم)، فإن النتائج كانت تُعتبَر مقلقة إلى درجة تمنع من إبلاغها دون إرشاد. وليس من شك في أن التقدم الباهر في تقنيات سلسلة الحمض النووي قد سمحت بجعل هَذه الأداة الطبية الواعدة في متناول الجميع. ولكن يبدو أن الطريق ما زالت طويلة قبل أن يكون بإمكاننا أن نستفيد منها في الطب العام. ■

* للاستزادة

اقرأ: الطب، هل يتنبأ بكل شيء؟ بقلم ليز بارنيو، نشر بولان، ٢٠١٥م، تقرير جماعي (٢٠٠٨م)، "الفحوصات الجينية، أسئلة علمية، وطبية، ومجتمعية"، مجلة طب/علوم «Médecine/Sciences»، عدد خاص، العدد ٢، المجلد ٣٠، ٢٠١٤م.

science-et-vie.com

(١) MALADIES CHRONIQUES, PERFORMANCES PHYSIQUES... J'AI TESTÉ MON ADN, Science & Vie 1181, P 86-91
(٢) Lise Barnéoud



شيخوخة سكّان العالم

متوسط العمر المتوقع للحياة في صحة جيدة تجاوز الستين عاما[1]

الصحة في العالم تتحسن: فالطفل المولود سنة ٢٠١٣م يمكنه أن يأمل أن يعيش -بإذن الله- دون مرض ولا إعاقة بمعدل يصل إلى ٦٢,٣ عاما، أي بزيادة على سلفه المولود سنة ١٩٩٠م تقدّر بـ٥,٥ أعوام. وذلك بفضل الله ثمّ التقدم الحاصل في مقاومة الأمراض المنقولة -وتحديدًا مرض نقص المناعة المكتسبة (الأيدز)، وحمى المستنقعات، والالتهابات الرئوية- وكذلك في العناية بالمواليد. ومع ذلك، فإن هذه النتائج الجيدة تخفي الكثير من التفاوت. وكما هو متوقّع، نجد في رأس الترتيب البلدان مرتفعة الدخل في منطقة آسيا -المحيط الهادي (٧٣ عاما)، وأوروبا الغربية وأستراليا- نيوزيلندا (٧٠ عاما). وفي أسفل الترتيب أفريقيا جنوبي الصحراء (٥٢ عاما). وتتعلق التطورات الأكثر إدهاشا، لارتفاع متوسط العمر، بجبال الأنديز (+٩ أعوام)، وشرقي أفريقيا (+٨ أعوام)، أو حتى الصين وجنوب آسيا (+٧ أعوام). ولكن ما يقض مضاجع الباحثين، هو الهوة المتفاقمة بين متوسط العمر من ناحية، ومتوسط العمر في صحة جيدة من ناحية أخرى: ٩,٢ أعوام في المتوسط للسنوات الأخيرة، أي بزيادة ما يقارب عام واحد على ما كان عليه الحال سنة ١٩٩٠م. ويفسر ويليام هيزل «William Heisel»، من جامعة واشنطن (الولايات المتحدة الأمريكية) الأمر بقوله: "إن الناس يعيشون مدة أطول، ولكن ليس بالضرورة في صحة جيدة. غير أن التطور الحاصل في السنوات الأخيرة في الدول النامية يدعونا إلى التفكير بأنه ما زال لدينا هامش كبير من التحسن للحدّ من هذه الفجوة".

(١) VIEILLISSEMENT DE LA POPULATION MONDIALE... L'ESPÉRANCE DE VIE EN BONNE SANTÉ A DÉPASSÉ LES 60 ANS, Science & Vie 1180, P 34-35

G.CIRADE - M.KONTENTE

لكن توجد فوارق كبيرة بحسب المستوى الاقتصادي للبلدان

يقصد بعبارة "متوسط العمر في صحة جيدة" أي دون تحديد للأنشطة (في الأعمال التي نقوم بها في حياتنا اليومية) ولا لحالات القصور.

وتزداد الفجوة اتساعًا بين متوسط العمر ومتوسط العمر في صحة جيدة

SOURCES: THE LANCET, 27/08/2015

٣,٥ أعوام

هو الفجوة في متوسط العمر بصحة جيدة بين الرجل (٦٠,٦ عاما) والمرأة (٦٤,١ عاما) في العالم.

١١,٣ عامًا

هو عدد سنوات الفجوة الفاصلة في فرنسا، بين متوسط العمر ومتوسط العمر في صحة جيدة.

٣١ عامًا

هو فارق متوسط العمر في صحة جيدة بين البلد الأول أي اليابان (٧٣ عاما) والبلد الأخير أي ليزوتو (٤٢ عاما).



بإمكاننا أن نستغني عنها بكل يسر [1]

بعد فضائح جنون البقر، والعثور على لحم الخيول في أطباق اللحم البقري، وبعد أن صَنّفت منظمة الصحة العالمية اللحوم الحمراء وشرائح اللحم المبرد ضمن الأغذية التي يُعتقد أنها مسببة للسرطان، فإن كل استهلاكنا من اللحم غدا منذ سنوات عديدة يعاد فيه النظر. وهذه قضية معقدة، تتداخل فيها عاداتنا الغذائية الموروثة من أسلافنا القدامى الذين كانوا صيادين ثم صاروا مربّين للمواشي، مع إشكاليات الحفاظ على البيئة والرفاه الحيواني، وهي إشكاليات أكثر اتصالا بزماننا. وفي الوقت الذي شهد فيه استهلاك اللحوم انخفاضا كبيرا في فرنسا -خصوصا بسبب الأزمة الاقتصادية-، وعلى الرغم من أن ثلث الفرنسيين ما زالوا يتناولون منه أكثر من الكمية القصوى الموصى بها من طرف السلطات الصحية (وهي ٥٠٠ جرام أسبوعيا)، فإن السؤال الذي يُطرح: هل نحن، من ناحية غذائية، بحاجة حقا إلى أن نواصل أكل اللحوم الحمراء؟

يؤكد أنطوني فاردت «Anthony Fardet»، وهو باحث في التغذية الوقائية بالمعهد الوطني للبحوث الزراعية بمدينة كليرمون فيران الفرنسية أننا "إن وضعنا جانبًا قضايا الثقافة والذوق، بإمكاننا أن نحذف اللحوم الحمراء من غذائنا دون أن يترتب على ذلك أي مشكلة". ويضيف أمبرواز مارتان «Ambroise Martin» الاختصاصي في التغذية بمدينة ليون في فرنسا: "إن هذا ما يوحي به كون النباتيين يبدو عليهم أنهم يتمتعون بصحة جيدة، بل إن صحتهم في المتوسط أفضل حتى من صحة (آكلي النبات والحيوان)". وحسب منظمة الصحة العالمية فإن تسمية «اللحوم الحمراء» تُطلَق على كل أنواع اللحم المستمدّ من عضلات الثدييات كالثور، والخروف، والغنم، والحصان، والماعز؛ وأيضًا لحم العجل.

الأغذية الرئيسة

إن هذه اللحوم الحمراء، التي كان أسلافنا قد أدرجوها في تغذيتنا منذ ما لا يقل عن مليون ونصف المليون سنة، تتميز بأنها تضمّ عددًا كبيرًا من الأغذية الضرورية لحسن أداء أجسادنا. وعلى هذا النحو، فإذا أجرينا مقارنة بينها وبين اللحوم البيضاء (الدواجن)، وجدنا أن اللحوم الحمراء أغنى بالحديد الهيمي، الموجود في الهيموغلوبين (خضاب الدم) الذي يعطي اللحمَ لونَه الأحمر. وتوضح فيرونيك سانتي-لوتليي «Véronique Santé-Lhoutellier»، الاختصاصية في الكيمياء الحيوية للعضلات في المعهد الوطني للبحوث الزراعية بكليرمون فيران: "أنّ هذا النوع من الحديد تمتصه أجسادنا بطريقة أسهل من الحديد الهيمي المتوفر في النباتات: إذ تبلغ نسبة امتصاص الحديد الهيمي ٢٥٪ مقابل ما لا يزيد على ٥٪ من الحديد غير الهيمي إلا في حالات نادرة. والجدير بالذكر أن الحديد لازم لكثير من العمليات الفسيولوجية الحيوية، مثل صناعة الدم، أو تنظيم نمو الخلايا".

ومن المعروف أن اللحوم الحمراء تحتوي على كمية كبيرة من البروتينات الحيوانية، وهي غنية بالأحماض الأمينية الضرورية (لصناعة البروتين الخاص بنا، وليس تلك التي يتولى الجسم إنتاجها) مقارنة بالبروتينات النباتية. كما أنها غنية بفيتامين ب١٢، غير المتوفر في النباتات، والضروري

تذكير بالوقائع

في شهر **أكتوبر سنة ٢٠١٥م**، صنّفت منظمة الصحة العالمية اللحوم الحمراء باعتبارها «يمكن أن تسبب السرطان للإنسان» وشرائح اللحم المبرد باعتبارها «مسببة للسرطان». وكان المعهد الوطني للسرطان ينصح منذ سنة ٢٠٠٩م **بألا يتجاوز تناوله عن ٥٠٠ جرام في الأسبوع**، بعد أن قام بدراسات تبين أن اللحوم الحمراء وشرائح اللحم المبرد تزيد من احتمال الإصابة بسرطان القولون.

N.LISOVSKAYA/CORBIS - M.KONTENTE - DR

استهلاك الفرنسيين من اللحوم في تناقص

إن الاستهلاك المتوسط للحوم الحمراء في فرنسا أخذ في التناقص منذ سنة ١٩٩٩م.

٧١٪

من اللحوم المستهلكة في فرنسا حمراء (٣٨٪ خنزير، ٢٩٪ بقر، ٤٪ أغنام، ماعز، خيول)، ٢٩٪ من اللحوم البيضاء (دواجن).

ما زال ثلث الفرنسيين يسرفون في تناول اللحوم الحمراء

ويستهلكون منها ما يزيد على ٤٩٠ جرام أسبوعيا.

لتكوين الكريات الحمراء ولتَجدُّد الخلايا. كما أنها غنية بالزنك، وهو من العناصر النادرة الرئيسة، في بناء الأجسام المضادة وكرياتنا الحمراء.

وأخيرًا فإن اللحوم الحمراء توفر بعض الأحماض الدهنية الضرورية للنمو ووظائف الدماغ وشبكية العين: كالأوميقا٣، وخصوصا حمض ايكوسابنتانويك Eicosapentaenoic acid (EPA) وحمض دوكوزاهيكسانويك Docosahexaenoic acid (DHA)، التي لا توجد في الزيوت النباتية.

ولكن أنطوني فاردت يقرّ بأنّه "بإمكاننا أن نعثر على كل هذه المكوّنات متفرقة في أغذية أخرى". فالفيتامين ب ١٢ مثلا يوجد في اللحوم البيضاء، والأسماك، والبيض، ومشتقات الحليب (انظر الجداول ص ٢٦). وتؤكد جويل ليونيل «Joëlle Léonil» المتخصصة في البيض والحليب في المعهد الوطني للأبحاث الزراعية بمدينة رين الفرنسية أن "تناول البيض ومشتقات الحليب يمكن أن يكفي لتغطية حاجاتنا من الفيتامين ب١٢، أي ٢,٤ µg (ميكرو جرام) يوميا".

كما أن البروتينات الحيوانية توجد في كل المنتجات الحيوانية الأخرى. ويمكن حتى أن نعوضها ببروتينات حيوانية إن جمعنا جيدا بين البقوليات والحبوب (ذلك أن البقوليات ينقصها حمض أميني أساسي: هو الميثيونين، في حين أن الحبوب ينقصها حمض أميني آخر: هو الليسزين). وهذا ما فَعَلَتْه بطريقة حدسية المطابخُ التقليدية، التي تجمع بين الفاصوليا الحمراء والذرة في أمريكا اللاتينية، وبين الحمص والقمح الصلب في شمال إفريقيا، أو حتى بين الرز والصويا في آسيا. أما الأحماض الدهنية أوميقا٣ فنجدها في الأسماك الدهنية (السردين، السلمون)، التي هي في الحقيقة أغنى بالأحماض الدهنية من اللحوم الحمراء.



أنطوني فاردت ANTHONY FARDET

باحث في التغذية الوقائية بالمعهد الوطني للبحوث الزراعية بكلارمون فيران.

"أغلب الفرنسيين يمكنهم أن يستغنوا عن اللحوم دون أن يصابوا بأذى"

أغذية أخرى يمكن أن تُلبّي حاجاتنا إذا أحسَنَّا التأليف بينها

إذا علمنــا الكميات اليومية الموصــى بها مــن البروتينات (٦٦جرام للرجـل الذي يبلـغ وزنه ٨٠ كيلوجـرام)، والحديـد (٨ مليجرام)، والفيتامين ب١٢ (٢,٤ µg ميكروجرام)، والزنك (١٥ مليجرام)، والأحماض الدهنيـة أوميغـا٣ (EPA) ٢٥٠ مليجـرام، وجدنا أن اللحـم أقرب المـواد الغذائية من تلبيتها. ولكن توجـد أغذية أخرى بإمكانها أن تعوّضه، بشرط أن نؤلّف بينها.

SOURCE: ANSES

القيمة الغذائية لكل ١٠٠جرام

شريحة لحم مشوية	
بروتينات	٢٨جرام
حديد	٢,٢٧ مليجرام
فيتامين ب ١٢	٢,٧ µg
زنك	٥,٤ مليجرام
أوميغا٣ (EPA)	٠,٢ مليجرام

فاصوليا مطبوخة	
بروتينات	١,٣٥ جرام
حديد	٠,٥٧ مليجرام
فيتامين ب ١٢	قليل
زنك	<٠,٣١مليجرام
أوميغا٣ (EPA)	٠ مليجرام

حليب قليل الدسم	
بروتينات	٣,٣جرام
حديد	٠,٠٥ مليجرام
فيتامين ب ١٢	٠,٢ µg
زنك	٠,٤ مليجرام
أوميغا٣ (EPA)	٠ مليجرام

رز أبيض مطبوخ	
بروتينات	٢,٤٩جرام
حديد	<٠,٣٨ مليجرام
فيتامين ب ١٢	٠ µg
زنك	<٠,٤٢مليجرام
أوميغا٣ (EPA)	٠ مليجرام

بيض مسلوق	
بروتينات	١٣,٥جرام
حديد	١,٧٥ مليجرام
فيتامين ب ١٢	١,١١ µg
زنك	١,٢٧مليجرام
أوميغا٣ (EPA)	٤ مليجرام



دجاج محمّر	
بروتينات	٢٦جرام
حديد	١,٢ مليجرام
فيتامين ب ١٢	٠,٤٢ µg
زنك	٢,١٦مليجرام
أوميغا٣ (EPA)	١٣مليجرام

سلمون مطبوخ بالبخار	
بروتينات	٢٢,٧جرام
حديد	٠,٤ مليجرام
فيتامين ب ١٢	٣,٠٥ µg
زنك	٠,٤٣مليجرام
أوميغا٣ (EPA)	٥٠٠مليجرام

تحت الرقابة

يؤكد أنطوني فاردت أن "أغلب الفرنسيين يمكنهم أن يستغنوا عن اللحوم دون أن يصابوا بنقص غذائي، وذلـك إن حافظـوا على عاداتهـم الغذائيـة الأخرى. حيـث أننا تقريبـا لدينا تغذية متنوعة وغنية بصـورة كافيـة. فنحن على سـبيل المثال، نميل إلى اسـتهلاك بروتينات أكثر مما هو موصـى به، أي أن الرجل الذي يبلـغ وزنـه ٨٠كيلوجرام يسـتهلك أكثر مـن ٨٠جرام يوميا بدل من ٦٦جرام يوميا".

إن التوقـف عـن تنـاول اللحوم الحمــراء لا يكون مناسـبًا إلا للذيـن تفتقر تغذيتهـم إلى التنوع. ولذلك يحـذّر أمبرواز مارتان (انظر الإطار في الأسـفل) من أنّ "تنــاول المــرء قليلا من اللحوم الحمراء يســمح له بالحـصول علـى كل احتياجاتــه الغذائيــة؛ والانقطاعُ عـن تناولهـا يقتضـي عليــه أن يراقــب تغذيتــه حتى تغطـي جيدا مختلف احتياجاته. خصوصــا إذا تجنب أيضـا المنتجات الحيوانية الأخرى، على غرار ما يفعله النباتيون".

وفي هذه الحالة، فإن كل نقص يمكن أن يؤدي إلى نتائج وخيمة: مثل الضمور العضلي، أو الضعف الكبير في حالة نقـص البروتينات، أو قلـة الكريات الحمراء في الـدم إن وجـد نقـص في الفيتامـين ب١٢. وتكـون النتائج أكثر خطورة عند الأطفال، والنسـاء الحوامل، والطاعنين في السـن، الذين يحتاجون إلى البروتينات والفيتامـين ب١٢ بنسـبة أكـبر مـن تلك التـي يحتاج إليها الشـخص البالغ العـادي. وبهذا، فإن النقص في الفيتامـين ب١٢ عنـد المـرأة الحامل يزيـد من خطر إصابة الجنين بتشوه عصبي.

وبالنسـبة إلى كل الذين يرغبون في مواصلة تناول اللحـم يؤكـد أنطوني فاردت بأنـه "يوجد حل مهم هو الحميـة «شـبه النباتيـة» (flexitarien)، وهـي نظام غذائـي وسـيطة بـين الأكل النباتـي واللحـوم، وفيها لا تُتَنـاول اللحوم الحمراء أو شـرائح اللحم المبرد إلا بين الفينة والفينة، مرتين أو ثلاث مرات في الأسبوع". وهذا يعني العودة بشكل مـا إلى الزمن الذي كان فيه اللحم لا يُتناول إلا يوم الإجازة الأسبوعية. ▌

خيرا بالطيّب[٢]

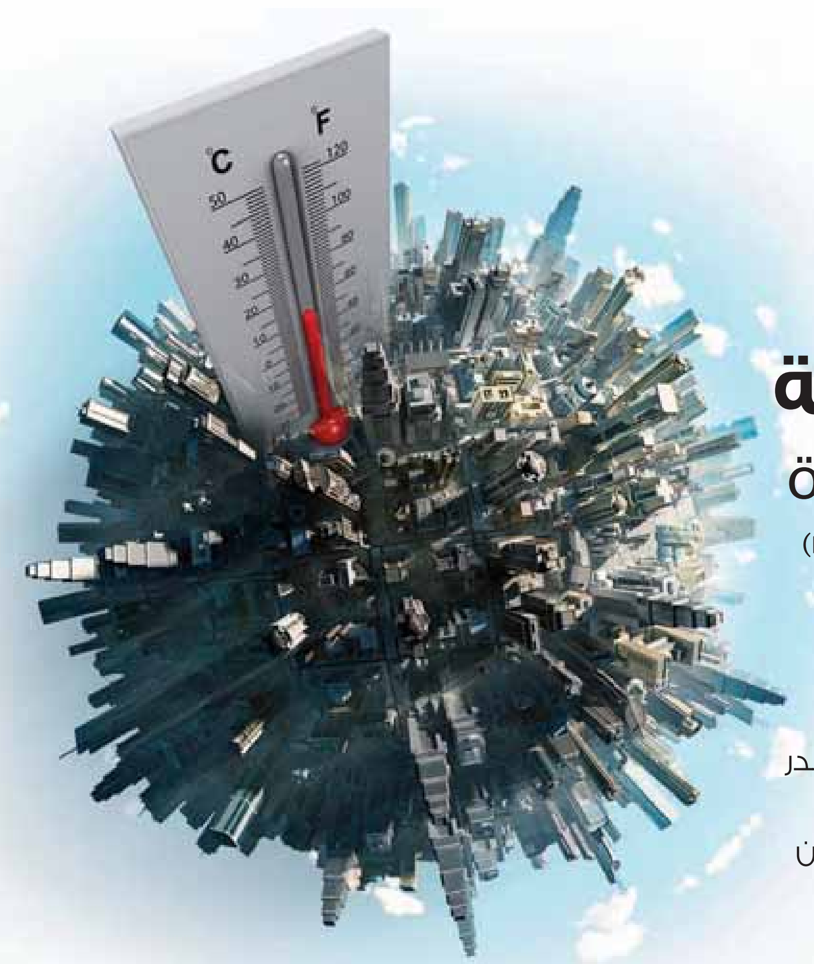
للمزيد انظر: www.science-et-vie.com

حذار من حذف كل منتج حيواني

يحـذر باتريك سـيروج «Patrick Serog» الباحث في التغذية من أنه "خلافًا للنظام الغذائي النباتي الـذي يحافظ علـى البيض ومشتقـات الحليب، فـإن الحميـة النباتيـة التـي تحـذف كل المنتجات الحيوانيـة قـد تـؤدي إلى نقص قـوي"، وخصوصًـا في الفيتامـين ب١٢، غيـر الموجـود في النباتـات. ولتغطيـة الاحتياجـات، يجـب الاعتمـاد علـى مكملات غذائيـة اصطناعيـة ومواد مضـاف إليها هذا الفيتامين. وهذه الحمية غير موصى بها للأطفال والطاعنين في السن والنساء الحوامل.

(١) VIANDE ROUGE CANCÉROGÈNE: ON PEUT TRÈS BIEN S'EN PASSER, Science & Vie 1180, P 110-113

(٢) Kheira Bettayeb



١٣ درجة مئوية هذه درجة الحرارة المثلى للاقتصاد[١]

تؤكد إحدى الدراسات أن إنتاجية أي بلد من البلدان تتوقف على الطقس السائد فيه، ودرجة الحرارة المثالية تقدر بـ١٣ درجة مئوية. وقد فحص **توماس كافاييه فول**[٢] عن كثب هذا «القانون الكوني» الجديد، ونتائجه في عالم تزداد حرارته ارتفاعا.

قد يبدو أن هذا الخبر على قدر من البساطة إلى حد أنها قد لا تؤخذ مأخذ الجد. فقد أكد ثلاثة متخصصين في الاقتصاد البيئي في الآونة الأخيرة أن اقتصاد كل بلد، وبالتالي ثروة العالم، ربما كانت متوقفة على متغير حتمي التقلب: هو حالة الطقس، أو بالأحرى، متوسط درجة

السياق

سواء اهتم علم الاقتصاد بالمستوى «الكلي» أو «الجزئي»، فإنه درس طويلا أهمية السياقين السياسي والجغرافي بالنسبة إلى الاقتصاد. ولكن عوامل أخرى، أكثر مباغتة، تتدخل... من بينها المناخ. ففي سنة ٢٠٠٦م، كان تقرير ستيرن يطلق إنذارا حول الأضرار المستقبلية التي يتركها الاحتباس الحراري في الإنتاجية. وهذا التأثير يعاد تقويمه اليوم مع إدراك خطورته.

FOTOLIA - SHUTTERSTOCK

الحرارة الخارجية. وهم يرون أنه في صلب هذا المتغير ربما يكمن حقيقةً رقمٌ ذهبي واحد هو الرقم نفسه الذي يتوقف عليه الاقتصاد برمته.

ويبين مارشال بورك «Marshall Burke»، أحد المتخصصين الثلاثة في هذه الدراسة، وهو أستاذ في قسم علوم الأرض بجامعة ستانفورد (الولايات المتحدة الأمريكية) أن "المعطيات التاريخية تؤكد أن البلاد تدرك أقصى إنتاجيتها إن كان متوسط حرارتها السنوية يبلغ ١٣ درجة مئوية، لا أكثر ولا أقل".

وبناء على ذلك، فإن بين الاقتصاد والطقس على الأرجح علاقة وطيدة. ومن المؤكد أن تلك العلاقة كانت معروفة من قبل، ولكن هذه هي المرة الأولى التي يؤكد فيها باحثون أنه بإمكانهم أن يقدموا الدليل عليها على الصعيد العالمي. ذلك، أن اقتصاد كل البلدان دون استثناء، يخضع لهذا «القانون» البسيط. ولقد اتفق كل الخبراء الذين تمت مقابلتهم واستقصاء آرائهم على تأكيد أن هذه الدراسة جديرة بالثقة. ويبين توماس ستيرنر، أستاذ الاقتصاد البيئي بجامعة غوتبُرغ (السويد) أن "تأثير درجة الحرارة في الإنتاجية أُثبِتَ إلى حد الآن على مستوى الاقتصاد الجزئي، أي في جهات، ومناطق، وقطاعات محددة. فمردود الزراعات مثلا يميل إلى الثبات بين ٠ و٢٥ درجة مئوية، ثم ينقص بشدة في حال ارتفاع درجات الحرارة. كذلك لوحظ أن صناعة النسيج الهندية أقل إنتاجية في السنوات الحارة، على الرغم من أن ←

العمــال يتقاضــون أجورهــم باحتســاب القطعة!إن قوة هذه الدراسة الجديدة تكمن في أنهــا نجحــت، لأول مــرة، في جمــع هذه المعلومات كلها في تحليل اقتصادي كلي".

وفي حــين أنه كان من الســهل الاعتراف بتأثــير المنــاخ في الزراعــة أو في الصــحة، فإن عوامل أخرى تبدو أقل وضــوحا. علاوة علــى ذلك، أن الــثروة الإجماليــة لبلد معين تتوقــف علــى عوامــل أخــرى كثــيرة، مثــل تاريخه أو مــوارده الطبيعية. ومن هنا، فمن الصعوبة أن نعقد مقارنة بين إنتاجيةِ (اقرأ المصطلح) بلدَيْن، لنحدد بعد ذلك الارتباط بين الفجوة الاقتصادية ودرجة الحرارة.

صالح لكل البلدان

مــن هنــا جــاء الحــل الــذي يقترحــه الباحثون الثلاثة: أن يقارنوا كل بلد مع نفسه من سنة إلى أخرى، مع عدم الأخذ بالاعتبار العوامــل الأخــرى غــير المناخيــة المؤثرة في الاقتصــاد (النمو الســنوي، التطور التقني، التغيرات السياســية...)، ثم ملاحظة كيف تتغــير الــثروة المتحصــل عليهــا، والمتمثلــة في النــاتج المحلــي الإجمالي للفــرد الواحد، بحسب متوسط الحرارة السنوية.

ماذا كانــت النتيجــة؟ كل البلدان ظلت على نمط ثابت منذ الستينيات الميلادية من القــرن الماضــي: فإنتاجية البلــدان الباردة، الموجــودة عمومــا في الشــمال، تتحســن في الســنوات الحــارة، في حــين أن إنتاجيــة البلدان الحارة، في الجنوب، تكون أفضل في السنوات الباردة.

أمــا البلــدان التــي تقــترب حرارتهــا الســنوية من ١٣ درجــة مئويــة، كاليابان أو الولايات المتحدة، فهي الوحيدة التي شهدت القليــل من التحــولات الاقتصــادية. وبهذا، فإن المنحنى المقعَّر الموضــح عليه عدة بلدان يعــبِّر عــن تطــور النــاتج المحلــي الإجمالي لــكل فرد بحســب الحــرارة، ويلاحظ وجود قمــة مركّزة دائمًــا حول الدرجــة ١٣ المئوية المذكــورة (انظر الرســم البيــاني المقابل). ولما كانت هذه العلاقة بين متوســط الحــرارة والإنتاجية تبــدو متكررة، فالراجح أنها على نحــو ما قانــونٌ كوني من قوانين الاقتصــاد، صالحٌ لكل بلدان العالم.

ماذا يفيدنا هذا القانون الجديد؟ يجيب ستيفان هاليغات «Stéphane Hallegatte»، وهو عالم اقتصــاد كبير في البنك الدولي قائلا: "إن هــذا القانــون يعلّمنا بادئ ذي بدء أن الاقتصــاديات ليست افتراضــية فقط. إنها تشــتغل في عالم واقعي، فيه درجات حرارة، وأمطار، ورياح، وغيرها من العوامل المؤثرة. إن هــذه النتائــج تثبــت أن قِســمًا مُهمًا من النشــاط الاقتصــادي يتوقــف علــى الأحوال الجوية".

إن هذه العلاقة تفســر التفاوت والفجوة بــين الشــمال والجنوب والموضــحة ســابقا، وبهذا فإن القســم الأكبر من الثروة العالمية تتجه بلدان توصــف بأنها شــمالية، يقترب متوسط حرارتها السنوية من درجة الحرارة المثلى، مثل فرنســا، أو اليابــان، أو الولايات المتحــدة. وكل درجــة أعلــى أو أدنى من هذه القمــة تترتــب عليها معوقــات اقتصــادية، تــزداد إن كانت الحــرارة مرتفعــة. وتزداد خطــورة تلك المعوقــات كلما ازددنــا ابتعادا عن القمة.

لقــد دفــع هــذا الوضــع الباحثــين إلى الاهتمام بمسألة الاحتباس الحراري، وبأثره المحتمــل في اقتصــاد المســتقبل. فــإذا كان حــوالي ٧٥٪ من البلدان اليوم فوق حد الـ١٣ درجة مئوية، فكم ستكون سنة ٢١٠٠م، حين يرتفع متوسط حرارة الأرض ثلاث درجات، بحســب توقعــات اللجنــة الدوليــة للتغيرات المناخية؟

وباعتماد ســيناريو لم يتــم فيه تخفيض انبعاثــات غــاز الدفيئــة، وافتراض نمــو اقتصادي ثابت، فقد توقَّع أصحابُ الدراسة أن ٧٧٪ من البلدان قد تنتج ثروات أقل سنة ٢١٠٠م مقارنــة بمــا لــو كان الأمــر في عالم ليس فيه تغير مناخي. وعليه، فإن ما يقارب ربــع الدخل العالمــي (٢٣٪) ربما ســينقص بسبب متغير واحد هو درجة الحرارة.

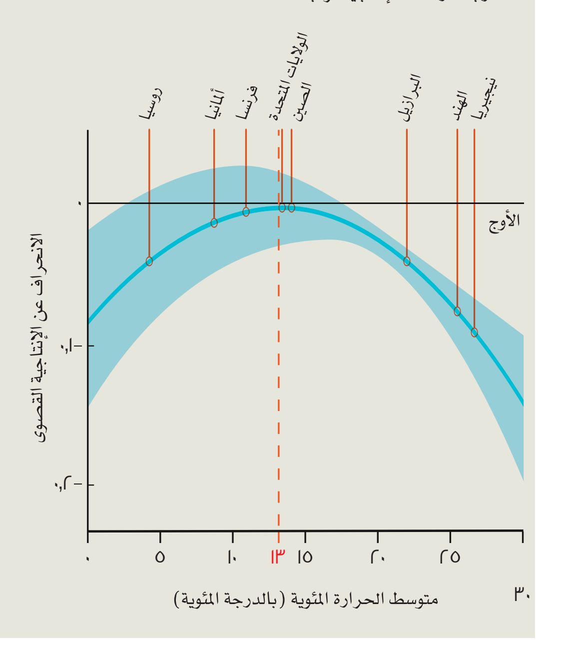
ويؤكد توماس ستيرنر «Thomas Sterner» أن: "هــذه نقطــة مركزيـــة. فالخســائر الاقتصــادية الناتجة عن التغيــر المناخي لم تقدَّر بما تســتحق، وهذه الدراسة قد تعطيها اليــوم التقديــر الأمثــل. وبطبيعــة الحــال، ســتجرى مناقشــة هذه الدراســة، وتحسين منهجيتهــا، ولكن من الجيد: أن هذه النتائج تفتح حقلا كاملا من حقول البحث في مجال يكتسي أهمية خاصة. ذلك أن التكلفة بسبب المنــاخ لن تكون واحــدة في كل مكان، ولربما أدت إلى زيادة التفاوت زيادة هائلة!".

للاحتباس الحراري ثمن

وبطبيعــة الحــال، فــإن اقتصــاديات البلــدان الحارة هي التي ستتضــرر أكثر من ارتفاع الحرارة. وبحســب توقعات الدراسة، فــإن النــاتج المحلــي الإجمالي لــكل فرد في إفريقيــا وجنــوب آســيا وأوقيانوســيا عــام

قانون كَونِي يربط بين الإنتاجية والمناخ...

عندما نلاحظ إنتاجية الدول بحسب درجة الحرارة السائدة فيها، يتبين أنها تبلغ أوجَها عند حوالي ١٣ درجة مئوية: وكلما ابتعدنا عن تلك الدرجة، ازدادت الإنتاجية تراجعا.



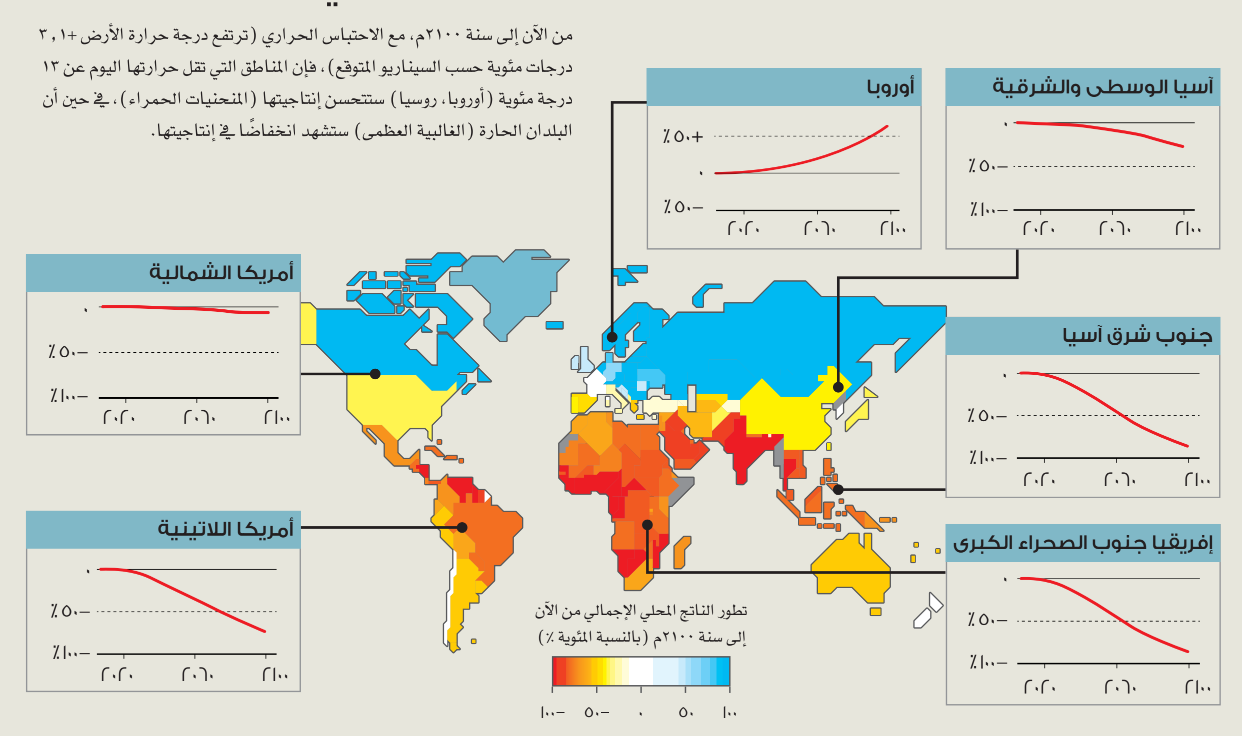
المصطلح

يعرّف باحثو الدراسة الثلاثة **الإنتاجيةَ** بأنها "الطريقة التي تغير بها القطاعات المواردَ الطبيعية، والطاقةَ، ورأسَ المال، والعملَ،وتجعل منها خيراتٍ أو خدمات".

M.KONTENTE

... وينبئ عن تأثير الاحتباس في الاقتصاد العالمي

من الآن إلى سنة ٢١٠٠م، مع الاحتباس الحراري (ترتفع درجة حرارة الأرض +٣,١ درجات مئوية حسب السيناريو المتوقع)، فإن المناطق التي تقل حرارتها اليوم عن ١٣ درجة مئوية (أوروبا، روسيا) ستتحسن إنتاجيتها (المنحنيات الحمراء)، في حين أن البلدان الحارة (الغالبية العظمى) ستشهد انخفاضًا في إنتاجيتها.



٢١٠٠م لن يمثل إلا ربع ما كان يمكن أن يكون عليه دون تغير مناخي. أما أوروبا، فبالرغم من أن بلدانها الأقرب إلى الشمال ستتأثر بارتفاع درجة الحرارة، بينما دول الجنوب منها لن يكون هناك تفاوت لديها في درجات الحرارة، إلا أن إنتاجيتها في المجمل ستزيد من ثرواتها بنسبة النصف. أما الرابح الأكبر من التغير المناخي فربما كانت روسيا الباردة، التي يمكن أن تتضاعف إنتاجيتها أربعة أضعاف بفضل متغير واحد هو درجة الحرارة. الحرارة لا غير.

غير أن باتريك كريكي «Patrick Criqui»، مدير مختبر اقتصاد التنمية المستدامة والطاقة بجامعة غرونوبل يستدرك قائلا: "علينا أن نتعامل مع هذه التوقعات بحذر. وسواء تعلق الأمر بعلم المناخ أو بالاقتصاد، فإن التطورات يمكن أن تكون مفاجئة. ومن هنا فإن هذه الأرقام غير مسلّم بها. وفي المقابل، فإن تزايد التفاوت يبدو أمرًا لا مفر منه إن لم يُتَّخذ في شأنها أيُّ إجراء. علاوة على ذلك، أن هذه الدراسة تنسب إلى الاحتباس الحراري ثمنا، وهو أمر لابد أن يكون في الاعتبار. حيث نبالغ غالبا في إهمال شأن البيئة، حين لا نسند إليها قيمة اقتصادية".

وهذا ثمن يقدره أصحاب الدراسة أنهم لم يعطوه حقه، لأنهم لم يأخذوا في الاعتبار، الأثر الاقتصادي للكوارث المناخية (موجات الحر والفيضانات...)، التي يرجَّح أن وتيرتها ستزداد مع الأيام.

ويؤكد مارشال بورك أن: "توقعاتنا ليس فيها ما هو حتمي لا بدّ منه. ولئن كانت النتائج الاقتصادية للتحول المناخي أهم مما كنا نظن، فإن هذا يسمح لنا بأن نفكر في حلول اعتُبرت إلى حد الآن مفرطة في الغلاء. ذلك أن كلفة تخفيض انبعاثات غاز الدفيئة أقلُّ بكثير من الخسائر التي يُتوقَّع أن يتسبب فيها". وبعبارة أخرى، فإن فوائد التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة يمكن أن تكون ذات أهمية وأثر أكثر مما هو متوقع. ▮

(١) 13°C: VOICI LA TEMPÉRATURE OPTIMALE POUR L'ÉCONOMIE, Science & Vie 1180, P 69-71

(٢) Thomas Cavaillé-Fol

* للاستزادة

راجع: الدراسة المنشورة في مجلة «نيتشر» (Nature): خارطة تفاعلية تبين نتائج الدراسة بالنسبة إلى كل بلد؛ تقرير ستين ومنشورات أخرى.

science-et-vie.com



بحث في العقلانية الإدارية

الإدارةِ: علم زائف، وسُلطَة حقيقية[1]

إنه "الوسيلة المناسبة والعادلة لجعل الناس أكثر كفاءة مما هم عليه اليوم". هذا هو علم الإدارة كما عرّفه أحد آبائه، وهو المهندس الميكانيكي «فريديريك تايلور» (Frederick Taylor) سنة ١٩١٢م. وفي المصانع، «التايلورية» نظمت الآلات، والأماكن، والحركات، واللفتات... للزيادة في إنتاجية العمال.

ومنذ ذلك الوقت، فإن عملية السعي وراء رفع الكفاءة اتسعت: فالبحوث في الإدارة ما انفكت تدعو الدارسين إلى أن يقيسوا ويجوّدوا قدرات الإنسان على أن ينشط، ويتفاوض، ويضفي جوا من المرح، ويكون اجتماعيا، وإيجابيا، ومستقلا، ومرنا، وجاهزا، ومندفعا، وبنّاء، ومبادرا، ومتفائلا... إن قبضة علم الإدارة تزداد باطراد في المؤسسات كما تزداد في الإدارات. فمن أين تراه يستمدّ نجاحه؟ وما الذي يشدّ من أزره؟

اختراع مهندسين

ينبري عدد من التحليلات النقدية للرد على هذه الأسئلة، فيقع في الخلط بين منطق السوق وعقلية الإداريين. إن رغبة المرء في زيادة كفاءته على الدوام ربما كانت ناتجة عن رغبته في زيادة كسبه. ويبين تيبو لو تيكسييه (Thibault Le Texier) أن الأمر ليس بهذه الدرجة من السهولة.

فقد ارتبط هذا الباحث بمجموعات بحثية مختلفة في مجالات متعددة كالقانون، والاقتصاد، والإدارة بجامعة نيس في فرنسا واطلع على أبحاث الإدارة منذ القرن التاسع عشر إلى اليوم. وفي ضوء هذا المصدر -الذي اتسم بجِدّة قلّ مثيلها- تبين أن المديرين في الوقت الحالي مدركين التطلعات المالية لحمَلَة الأسهم. ولكنه أكّد أن السعي وراء الكفاءة كان أقوى، رمزيا على الأقل.

ذلك أن الكفاءة كما يقول: "هي صلب مبادئ السببية: فهي المرجعية الرئيسة للهندسة". غير أن علم الإدارة المعاصر، أيّا كان المنهج الذي يتوخاه (التصرف الرشيق، أو الجودة الكلية...)، لم يبتعد أبدًا عن القيمة الرئيسة لدى المهندسين الذين استنبطوه. والنتيجة: أن الكفاءة، وهي المفضلة في العالم الافتراضي للمهندسين، اعتبرت هدفا طبيعيا، حتى وإن طُبِّقت على البشر. وليس من المهم إن كانت مناهج الإدارة لا تخضع إلى أي معايير علمية: فالناس يعتبرونها صالحة لا لأنها نابعة من استنتاجات صحيحة، بل لأنها مفيدة.

إن السعي إلى الكفاءة، الذي يُنظر إليه بوصفه أمرا طبيعيا، يشمل كل شيء. ففي عصر البيانات الكبرى، والخوارزميات الذكية، وقياس الذات، والإنترنت، تشملُ العقلانيةُ الإدارية على السواء في المؤسسةَ والنطاقَ الخاص. وقد لاحظ المؤلف أن "الإدارة جزء منّا، على نحو ما". وهو ما قاده إلى نتيجة مؤلمة: هي "أن مجرد ممارستنا لقياس الذات، يجعلنا عرضة للمنطق وأدوات التسويق والتقنية. أي أن علم الإدارة، بدلاً من أن يجعلنا متساوين، يجعل كلا منا قادرًا على أن يَحُلّ محلّ الآخر، فقد وضَعَنا في حالة تنافس دائم، وإن تطلَّب الأمر، تعويضنا بآلات".



- استثمار الإنسان، بحث في المنطق الإداري
- تيبو لو تيكسييه Thibault Le Texier
- دار الاكتشاف للنشر
- ٣٠٠ صفحة، ٢٠ يورو

هل هذا المنظور مبالغ فيه؟ ربما. ولكن القارئ اليوم مدعوّ إلى أن يعيد تقييم الأمور، وأن يدرك أن هذا السعي الدائم وراء الكفاءة غير طبيعي. ويذكّر المؤلف بأن "رفع الكفاءة ليس أكثر طبيعية من تقدير قيم الحرية، أو الشرف، أو حق الأقدمية، على سبيل المثال". ويستدرك الكاتب: إذًا ما هي القيم الحديثة التي نريد أن نقدرها ونتبناها؟ هذا هو السؤال في الوقت الحالي... ■

ف. لاسانيز[2]



إن السعي وراء الكفاءة الذي يدعو إليه علم الإدارة يتجاوز السعي وراء العوائد المالية: لأنه يظهر بمظهر الهدف الطبيعي.

J.-P. ATTAL/PLAINPICTURE - DR



تيبو لو تيكسييه
THIBAULT LE TEXIER

الباحث الملحق بفريق البحث في القانون، والاقتصاد، والإدارة بجامعة نيس بفرنسا

كلما ازددنا رقمنة للواقع، بدا لنا المنطق الإداري في هيئة أكثر طبيعية

العلـم والحيـاة «Science & Vie»: مـن أين جاءت «الصبغة العلمية» التي تدّعيها مناهج علم الإدارة؟

تيبو لو تيكسـييه: في بداية القرن العشـرين الميـلادي، كان علـم الإدارة تخصصًـا حديث العهد في الجامعة، وكانت التخصصـات الأخرى كالقانون، والعلوم السياسية، والاقتصاد تنظر إليه نظرة دونية. غير أن علم الإدارة كان ينتشر بشكل سريع. وقد أراد أنصـاره أن يضفوا عليه شـرعية، بأن أدخلوا به شيئًا مـن الرياضـيات، والمعـادلات. واسـتطاعوا أن يَعِدُوا قياديّي المؤسسات بأن مشـاكل المصانع ستُحَلُّ بفضل هذا العلم...

العلـم والحيـاة «Science & Vie»: خلال فضيحة شـركة فولكسـفاجن الأخيرة، وُجِّـه الاتهـام إلـى القياديـن، أكثر مما وُجِّه إلى الإداريين. لماذا؟

تيبو لو تيكسـييه: يمكننا أن نقول إن الإداريين هم العمود الفقري للطبقات الوسـطى. كما يُعَرِّفون أنفسـهم. زد على ذلك أنه ضمن المفهوم التقني لعلم الإدارة، يُنظَـر إليه بوصـفه أداة محايدة، لا بوصـفه حامـلا لقيم، فهو ليس جيدا ولا سـيئًا في ذاته. وحين تُرتكب أخطاء في الإدارة، فإن مسـؤولية الخطأ لا تقع علـى الأداة بـل على مـن يُفترض أن يسـتخدمها: أي المُنَفِّذ.

العلـم والحيـاة «Science & Vie»: إن الكفاءة، وهي قيمـة جوهرية في علم الإدارة، يمكـن أن تتسـبب فـي كـوارث. ذلك أنهـا لا تولي الأضـرار البيئية الناتجة عن الأنشـطة البشـرية اهتمامًا حقيقيًا. ورغـم ذلك، فهـي أداة تُسـتخدم على نطـاق واسـع: فـي تطبيقـات متنوعـة كقياس الذات، والبيانات الكبرى...

تيبو لو تيكسـييه: تكتسـب العقلانية أهمية كبـيرة، وتزداد أهمية كلمـا ازدادت أتمتة الإجراءات من خـلال تطوير تقنيـة المعلومات، وبالتالي يصـبح المنطـق مألوفا ومقبـولا في المجتمع. فـوراء الحاجات الإنسـانية وحجـم المعلومـات الهائـل، يوجـد الحلم الإداري بالحصـول علـى برمجيات يمكنهـا أن تنظم المجتمع، وتَحُلَّ محلَّ الأفراد في أخذ القررات. إن هذا الحماس جاوز بكثير دائرة المهووسين بالتقنية وأصبح توجهًـا قويًا بـين النُخب العلمية. وبالتالي أصـبحت مقاومة تأثيره عملاً بالغ الصعوبة.

أجرى الحوار ف. لاسانيز

(١) UN ESSAI SUR LA RATIONALITÉ MANAGÉRIALE... LE MANAGEMENT: FAUSSE SCIENCE, VRAI POUVOIR, Science & Vie 1181, P 126-127

(٢) F.Lassagne

جاليليو

نظام تحديد المواقع الأوروبي القادم[1]

في شهر أكتوبر القادم يبدأ نظام تحديد المواقع الجغرافية الأوروبي الخدمة، بفضل أقماره الصناعية الستة عشر التي وضعت في المدار. وعند تشغيل النظام بشكل كُلّي، سيتفوق على غريمه الأمريكي الكبير نظام تحديد المواقع (GPS).

بقلم: أوليفييه لابيرو[2]

ESA

١ ما هو جاليليو؟

الجواب: يتعلق الأمر بنظام لتحديد المواقع الجغرافية بواسطة الأقمار الصناعية، وهو معادل للجي بي إس (GPS) (نظام تحديد المواقع الجغرافي) الذي تستخدمه هواتفنا الذكية مثلا. ويُعد >جاليليو< الآن في طور التطوير. وسيعمل بشكل كُلّي بفضل ٣٠ قمرًا اصطناعيًا تدور حول الأرض على ارتفاع قدره ٢٣,٢٢٢كلم. وفي الوقت الراهن، تم إنشاء ١٢ قمرًا، وستلحق بها أربعة أقمار أخرى في شهر أكتوبر، وبنهاية العام الجاري سيتمكن جاليليو، بفضل أقماره الاصطناعية الستة عشر الأولى، الدخول في الخدمة. وسيكون صالحًا للعمل بشكل كُلّي خلال سنة ٢٠٢٠م، حين تكون كل أقماره في مدارها حول الأرض.

إن نظام تحديد المواقع الجغرافية بالأقمار الاصطناعية، كما يدل عليه اسمه، يتيح للإنسان أن يحدد موقعه الجغرافي، شريطة أن يمتلك جهاز استقبال مناسب (مثل هاتف ذكي يمتلك هذه الوظيفة). وقد أصبح أداة لا غنى عنها. تمكّن للإنسان في حياته اليومية، من العثور على الطريق في السيارة، وبمعرفة الوقت اللازم لوصول الحافلة، وبتحديد مواقع الأصدقاء أو الصيدلية الأقرب، أو حتى بمعرفة كيفية الالتحاق بمضمار التزلج المرغوب فيه في محطة تزلج مترامية الأطراف. وهو يصلح أيضًا لأشياء أخرى كثيرة، مثل متابعة هجرة الحوت، بفضل أجهزة تتبع تسجل تحرُّكاته، وذلك لحماية المناطق التي تضع فيها الإناث صغارها. أو أيضًا بتوجيه



V في هذا الحقل الألماني، يُنثَر السماد بتعديل المقادير بحسب احتياج قطع الأرض التي يحددها الجي بي إس.

PHOTOS CLAUDIUS THIRIET/BIOSPHOTO

٢ هل نظام الجي بي إس لم يَعُدْ يفي بالغرض؟

الجواب: بلى، بل إنه أدى دوره على خير وجه إلى حد الآن، منذ وضعه في الخدمة سنة ١٩٩٥م. المشكلة، هي أن الجي بي إس خدمة أمريكية، خاضعة للرقابة العسكرية! وليس لدينا أي سلطة عليه في حين أن كل أجهزتنا في تحديد المواقع وفي الملاحة بواسطة الأقمار الاصطناعية تستخدمه. ومن الناحية التقنية، فإن للجيش الأمريكي القدرة على أن يقطع إشارة الجي بي إس عن أي بقعة في الأرض، بأن يُنقِص من إشارة الأقمار الاصطناعية حين المرور من فوقها. وسعيًا إلى مزيد من الاستقلال، قرر الاتحاد الأوروبي أن يموّل وينشئ جاليليو، بكلفة تعادل ١٠ مليارات يورو. وبهذا الثمن، سيكون النظام الأوروبي أفضل من الجي بي إس: وسيوفر دقة تصل إلى حدود المتر في حين أن دقة الجي بي إس تتراوح بين ٥ و١٠ أمتار. وحين يصبح جاليليو جاهزا، عندما تصبح الأقمار الاصطناعية الثلاثون في الخدمة، ستصل دقته حتى إلى أقل من متر!

< إنَّ نشر الأقمار الاصطناعية يتم وفقًا للجدول المحدد لذلك (هنا، صورة فنية). وسيشرع جاليليو في العمل بداية من العام القادم.

الطائرات دون طيار والسيارات دون سائق بطريقة آلية. ومن المزارعين من يحمّله في جرّاره أيضا (انظر الصورة إلى اليمين). وبفضل خرائط مفصلة لتحليل التربة، فإنه يعدّل، أثناء تنقله في الحقل، مقادير السماد بحسب الحاجة.

وفي مجال الرياضة، يسمح نظام تحديد المواقع الجغرافية بتسجيل حركات اللاعبين في الملعب. وبعد انتهاء المباراة، يتلقّى المدرب التحركات على حاسوب، ويعرف السرعة التي ركض بها اللاعب، ويستطيع، بالنظر إلى مستويات الأداء، أن يكتشف حالات انخفاض لياقته البدنية. وهكذا، ففي بطولة الأمم الست في لعبة الركبي، في شهر فبراير سنة ٢٠١٥م، كان اللاعبون الفرنسيون مزوَّدين بنظام الجي بي إس في علبة صغيرة نخمّن أنها وُضِعتْ تحت القميص، بين الكتفين.

إضاءة

جاليليو جاليلي هو الاسم الإيطالي لجاليلي «Galilée» (١٥٦٤-١٦٤٢م). اخترع هذا العالم الكبير التليسكوب، واكتشف، من جملة ما اكتشف، أهم الكواكب التابعة لكوكب المشتري. وقد أثبت أن الأرض تدور حول الشمس، وهو ما كان مناقضًا للمعتقدات السائدة في زمنه، قبل أن يتراجع عن رأيه أمام محكمة الكنيسة.

حلقات الشبكة

عند تشغيل نظام جاليليو بشكل كامل، ستكون الأقمار الاصطناعية الثلاثون لجاليليو (ومن بينها أربعة لن تكون فاعلة، بل ستكون احتياطية) موزّعة حول الأرض بحسب ثلاثة مدارات مختلفة. وبهذه الصورة، فإن أربعة أقمار سيكون بالإمكان رؤيتها من أي نقطة من الأرض.



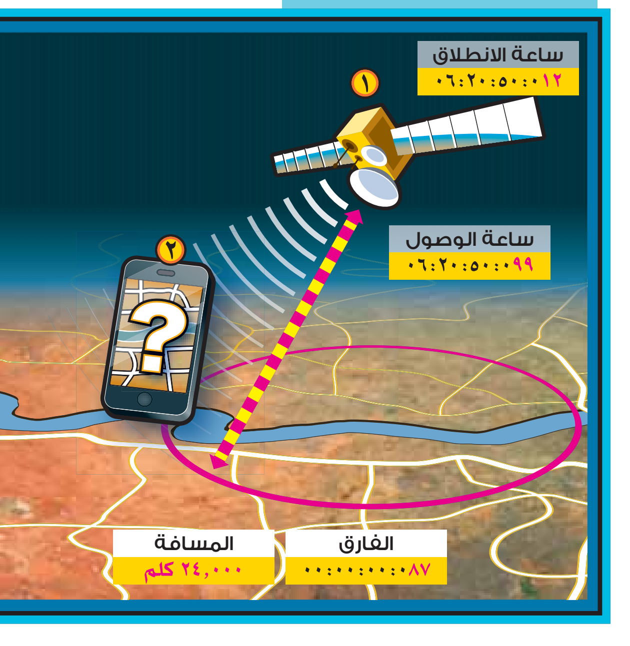
ESA



لماذا كان جاليليو أكثر دِقَّة من الجي بي إس؟

الجواب: لأنه يستخدم تقنيات لا يعرفها الجي بي إس. أولاها **>ساعاته الذرية>** الحديثة جدًا وفائقة الدقة: وهذا ضروري لأن فارقًا زمنيًا لجزء من المليار من الثانية في انطلاق الإشارة يترتب عليه خطأ بـ٣٠سم في حساب المسافة بين القمر الاصطناعي وجهاز الاستقبال! ثم إن أقمار جاليليو الاصطناعية تبث إشارتها الراديو على **>ترددَين>** (أي قناتين)، بدل قناة واحدة في الجي بي إس. ذلك أن القسم الأكثر ارتفاعًا في الغلاف الجوي، وهو الغلاف الأيوني، هو محل الاضطرابات الكهرومغناطيسية. وهي تبطئ أو، بعكس ذلك، تسرّع تنقل إشارة الراديو، وهو ما يشوش قياسات المسافة بين القمر الاصطناعي وجهاز الاستقبال. وتكمن فائدة استخدام ترددين، في أن الاضطرابات تصيبها بطريقة مختلفة. ومن ثم، فإن جهاز استقبال جاليليو لا يتلقى، في نقطة الوصول، الإشارتين في الوقت نفسه بالضبط. فالفارق الزمني يسمح له بأن يقدّر أثر الاضطراب، وأن يأخذه بعين الاعتبار في حسابه. وهذه الطريقة تجعل جاليليو يصل إلى دقة بمقدار متر واحد بالنسبة إلى الخدمة المجانية المتاحة للهواتف الذكية. وفي سنة ٢٠٢٠م، ستقدم الخدمة بمقابل دقة أفضل، أدنى من المتر. وفي هذه الحالة، فإن التصحيح الضروري لتعويض أثر الاضطرابات الكهرومغناطيسية سيُحسَب باستمرار من قِبَل مراكز مراقبة جاليليو (في ألمانيا وإيطاليا)، ثم يتم إرساله إلى الأقمار الاصطناعية التي ستدرجه في إشارتها.

كيف يعمل جاليليو؟





٣٠
قمرًا اصطناعيًا (٢٦ منها تعمل و٤ احتياطية).

٧١٧
كيلو جرام: كتلة كل قمر اصطناعي.

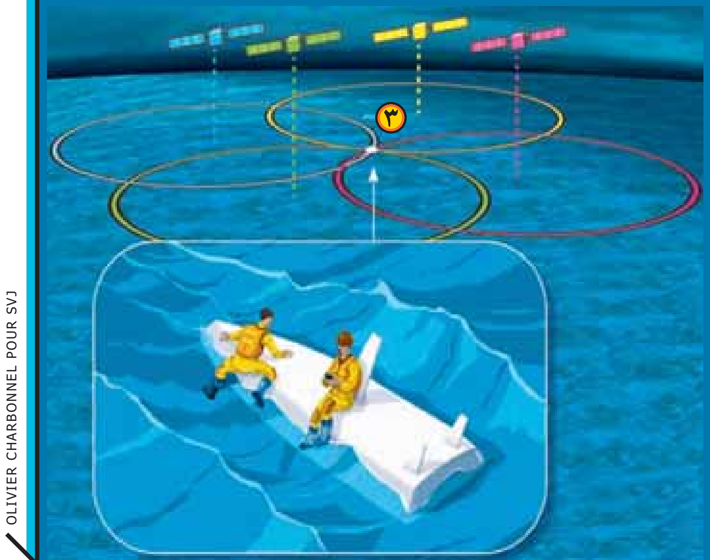
١
متر، هو الدقة القياسية لجاليليو (مقارنة بمسافة تتراوح بين ٥ و١٠م للجي بي إس الحالي).

٢
مراكز مراقبة (في ألمانيا وإيطاليا).

٢٠٢٠
علينا أن ننتظر إلى هذا التاريخ ليكون النظام مكتملا.



> تم إطلاق أول قمر اصطناعي لجاليليو سنة ٢٠٠٥م (هنا قبل إطلاقه، والألواح الشمسية مطوية). تحت «القصاصات» المذهّبة، توجد الوحدة القابلة للانفصال التي أمّنت وضع القمر الاصطناعي في مداره.



OLIVIER CHARBONNEL POUR SVJ

سواء كان نظام تحديد المواقع الجغرافية بواسطة الأقمار الاصطناعية، جاليليو أو جي بي إس، فإن مبدأ عملهما واحد. ذلك أنه يعتمد على مجموعة من الأقمار الاصطناعية في مدار حول الأرض. وانطلاقًا من إشارة الراديو التي يبثها كل قمر منها، يَحسب جهازُ الاستقبال المسافةَ التي تفصله عن الأقمار الاصطناعية، ويُستَخلص من ذلك موقعه.

١- يرسل القمر الاصطناعي كل أربعة أجزاء من ألف من الثانية رسالة راديو تتضمن التوقيت الدقيق الذي تم فيه إرسال الإشارة. ويضاف موقع القمر الاصطناعي إلى الرسالة كل ٥٠ ثانية.

٢- يتلقى جهاز الاستقبال إشارة الراديو. والفرق بين زمن الانطلاق وزمن الوصول يعطينا مدة الرحلة. وبما أن جهاز الاستقبال يعرف سرعة الإشارة (لأن سرعة موجات الراديو هي سرعة الضوء)، فإنه يحسب المسافة التي قطعتها الرسالة. وهي تتطابق مع المسافة التي تفصله عن القمر الاصطناعي. وبهذا فإن جهاز الاستقبال يَعرف أنه موجود على دائرة (بالأحمر) جميعُ نقاطها على مسافة واحدة من القمر الاصطناعي.

٣- ولكي يَحسب جهازُ الاستقبال موقعَه الدقيق (خطوط الطول وخطوط العرض)، فإن عليه أن يتلقى إشارة الراديو القادمة من ٤ أقمار اصطناعية على الأقل؛ وموقعه هو نقطة تقاطع الدوائر الأربع.

٤ أليس جاليليو في نهاية الأمر مجرَّدَ جي بي إس مطوَّر؟

الجواب: كلا. لا تقتصر فائدة جاليليو على دقته الزائدة! فالنظام الأوروبي سيوفر خدمات أكثر بكثير من مثيله الأمريكي. وعلى هذا الأساس، فإنه سيمكّن من تقديم الإسعاف بصورة أسرع. ففي الوقت الراهن، لا يستطيع أن يتلقى إشارات الخطر التي ترسلها السفن والطائرات التي تواجه صعوبات إلا عدد قليل من الأقمار الاصطناعية. فهذه السفن والطائرات ينبغي أن تنتظر أن تمر الأقمار الاصطناعية المخصصة فوق مناطقها، وتتلقى رسالتها ثم تتولى نقلها إلى أقرب مركز للنجدة. وهذه العملية يمكن أن تستغرق ساعة... أي زمنا طويلا حين تكون الأرواح في خطر! وبما أن كل أقمار جاليليو الاصطناعية بإمكانها أن تتلقى إشارات الخطر، فإن الاستجابة مع الحالة الطارئة من خلالها سيكون فوريا. ويضيف النظام الأوروبي أمرًا جديدًا جديرًا بالاعتبار: هو أن مركز النجدة يمكنه أن يُعلِم بأنه تلقَّى فعلا إشارة الخطر. حين يجد الإنسان نفسه تائها وسط الأمواج العاتية، وبالتالي فإن فإن علِّمه بأن شخصا ما قادم لإنقاذه، يمكّنه من أن يحافظ على معنوياته وأن يصمد في انتظار وصول النجدة. وثمة وظيفة أخرى غير مسبوقة (ولكنها بمقابل مادّي)، تمكّننا من أن نكون على يقين من أن الإشارة التي تلقيناها قادمة حقًا من جاليليو، بفضل تشفير الإشارة الصادرة عنه. وفي الواقع، توجد أجهزة إلكترونية قادرة على بث إشارات جي بي إس زائفة. هدفها: خداع أجهزة الاستقبال المجاورة. وبما أن إشارتها أقوى، فإنها تطمس إشارة الجي بي إس الحقيقية. وبهذه الطريقة يستطيع مالك جهاز من هذا القبيل أن يوهم بأنه موجود في مكان آخر، مضللا جهاز الجي بي إس. وعلى سبيل المثال، فإن الصيادين الأوروبيين ملزمون بالصيد في مناطق محددة، ضمانا لتجدد احتياطي الأسماك. ولكي يثبتوا أنهم يمتثلون لهذا الالتزام، يرسل جهاز استقبال جي بي إس من سفنهم موقعهم إلى مركز مراقبة كل نصف ساعة. ويستخدم بعض أصحاب السفن أجهزة مزورة للالتفاف على هذه القيود المفروضة عليهم. وسيوفر جاليليو حلاً لمقاومة هؤلاء المخالفين. ■

BLOOMBERG/GETTY IMAGES

> لدقة نظام جاليليو في تحديد المواقع والذي يصل إلى حدود المتر، فإنه سيرفع من معايير السلامة في قيادة السيارات دون سائق في المستقبل.

إضاءة

تقيس **الساعةُ الذرية** الزمنَ باعتماد عدد ذبذبات بعض الذرات (في الغالب ذرات السيزيوم). ومن شأن هذا أن يسمح بتحديد ثانية كونية، تُستخدَم بوصفها مرجعا.

تتميز موجات الراديو **بترددها**. وهو عدد الموجات الصادرة في الثانية مقدَّرا بالهرتز (Hz).

(١) GALILEO LE FUTUR GPS EUROPÉEN,
Science & Vie Junior 318, P 20-23
(٢) Olivier Lapirot

microsoft.com — msn.com

البيانات الشخصية يمكننا أن نجعلها لا شخصية![1]

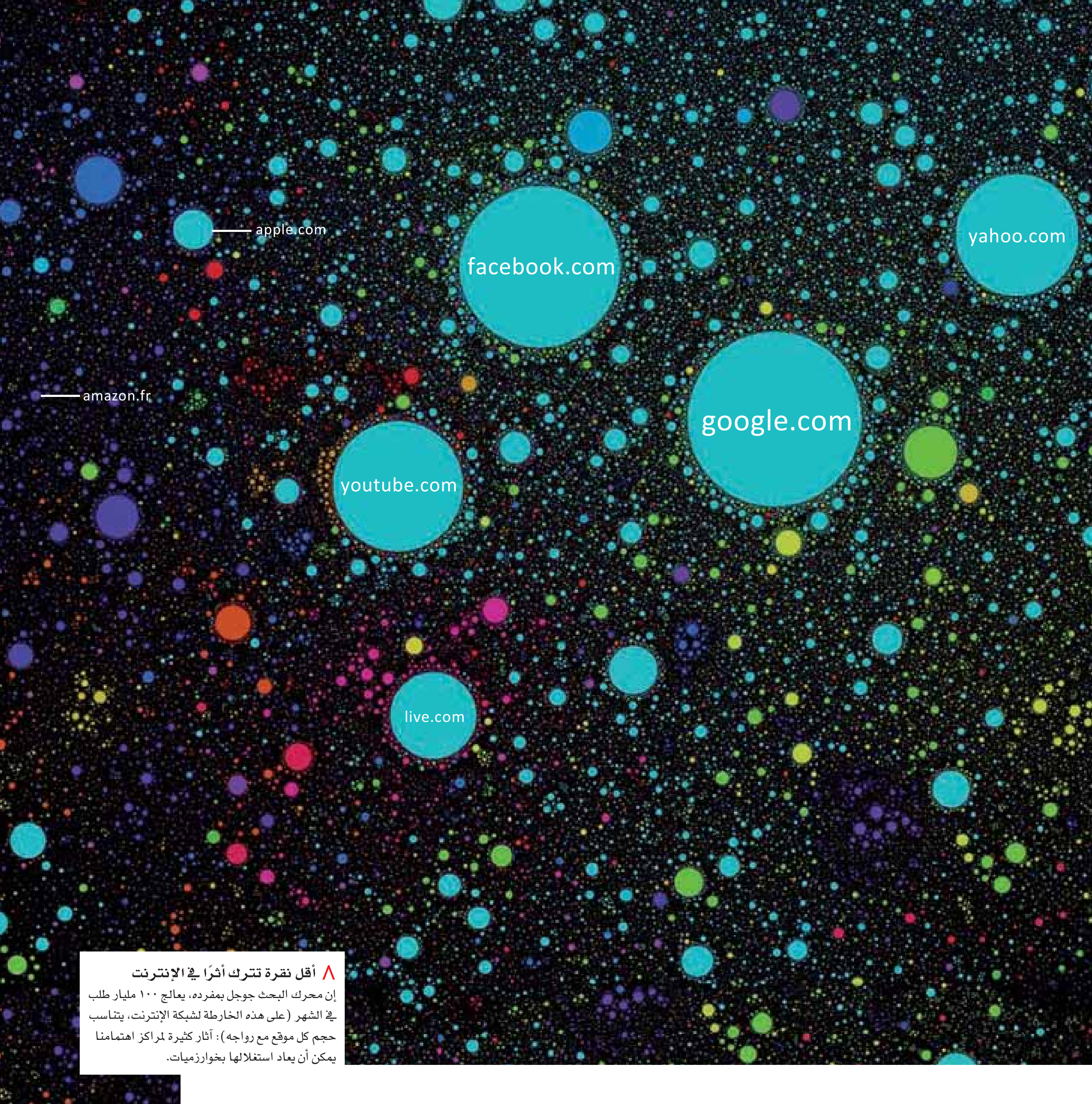
إن كان عمالقة شركات الإنترنت يجيبون بكل دقة على استفساراتنا، فذلك لأنهم يستغلون بياناتنا الشخصية. هل هذا قدر محتوم؟ كلا، بحسب جون-مارك ماناك[2]. إذ يعكف الدارسون على برامج تشفير، قادرة على توفير الخدمات نفسها، ولكنها، في الوقت نفسه، تحمي حياتنا الخاصة.

السياق

لم يحتجِّ إيف-ألكسندر مونتجوي إلا إلى ٤ أنواع من البيانات (الثمن المدفوع إلى الصندوق مصحوبًا بنوع المحل التجاري الذي تمت زيارته) ليتعرف على ٩٥٪ من مليون ونصف من الأشخاص الموجودين في قاعدة بيانات إحدى شركات الهاتف الجوال، و٩٠٪ من المليون شخص المفهرسين في ملف مصرفي. وهذا برهان قاطع، نُشِرَ منذ سنة في مجلة العلم «Science»، يؤكد أن البيانات المرتبطة بأنشطتنا الرقمية تَكشِف بيسر تفاصيلَ حياتنا الخاصة.

R.EMIKEEV/V.PUGOVKIN/INTERNET-MAP.NET

الشعار ينتشر في الإنترنت: "إن كان مجانيا، فلأنك أنت المنتَج". حقا؟ وحتى يستطيع كل مستخدم للإنترنت أن يستفيد من خدمات الإنترنت التي لا تحصى دون أن ينفق شيئا، هل يحق لمؤسسات المواقع الإلكترونية (مثل: جوجل، وأبل، وفيسبوك، وأمازون، وميكروسوفت) أن تمتلك، في المقابل، أقل إشارة من أنشطة المستخدم الرقمية وأن تستحوذ برامج تحليلها الإحصائي على حياته الخاصة؟ في الوقت الراهن، نعم. ذلك أن تلك المؤسسات تجمّع ما نكتبه في بريدنا الإلكتروني وما نرسله على الشبكات الاجتماعية؛ وكل الأبحاث التي نجريها في محركات البحث؛ وموقعنا الجغرافي؛ والصور المخزنة في هواتفنا الذكية؛ والمواقع التي نزورها؛ والمشتريات



٨ أقل نقرة تترك أثرًا في الإنترنت
إن محرك البحث جوجل بمفرده، يعالج ١٠٠ مليار طلب في الشهر (على هذه الخارطة لشبكة الإنترنت، يتناسب حجم كل موقع مع رواجه): آثار كثيرة لمراكز اهتمامنا يمكن أن يعاد استغلالها بخوارزميات.

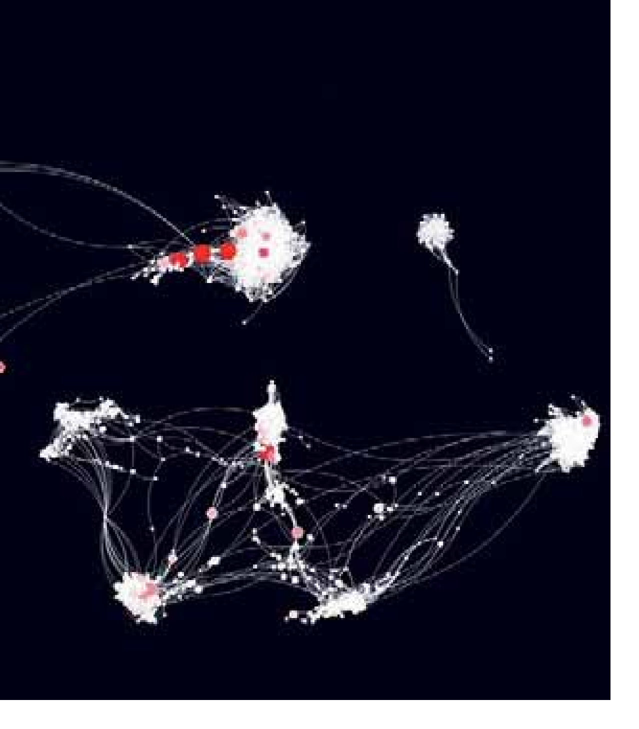
التي نقوم بها على الإنترنت...

إن هذه المعلومات ضرورية بالنسبة إليهم، ليس فقط لأن هذه المؤسسات تستطيع، عند تحليل تلك البيانات، أن تستجيب بشكل أكبر لرغبات زبائنها؛ ولكن لأنها أيضًا يمكنها أن تبيع لوكلاء الإعلانات أدق ما يمكن من معلومات لرسم «ملامح» المستهلكين، مقابل حياة مستخدمي الإنترنت الخاصة، التي لم يعد فيها شيء يخفى عليهم. ولكن هذا الوضع يمكن أن يتغير قريبا...

بيانات «مجردة»

إن التقنية المعلوماتية توفر من الآن فصاعدا لقواعد خدمات الإنترنت إمكانية أن تأخذ بعين الاعتبار أذواق المستخدم، وعاداته، واختياراته، ولكن دون أن تخزن بياناته الشخصية في محركاتها. وأول المستفيدين من ذلك هم مستخدمو الإنترنت، الذين لن يعودوا مطالبين بالكشف عن خصائص حياتهم لينتفعوا بخدمات شخصية. ولكن مؤسسات المواقع الإلكترونية أيضا ستستفيد من ذلك، إن شاءت، لأنها ستكسب في مجال الثقة ما يمكن أن تخسره في مجال سلطة الرقابة.

←



ALGOPOL - GOOGLE MAPS - G.SCHUSTER/CORBI

← والآن يوجد باحثون خصوصًا تحت رعاية معهد ماساتشوستس للتقنية (إم آي تي) الشهير واتحاد ثقة الإنترنت فيه بصدد العمل على تطوير «اللبنات» بواسطة التقنية المعلوماتية التي تجعل من الحفاظ على حياة مستخدم الإنترنت الخاصة مع خدمته بصورة أقرب ما تكون إلى شخصيته أمرا ممكنا.

وقد فكّر المطوّرون في تعويض البيانات الشخصية ببيانات أخرى غير شخصية. ذاك هو المنطق المعتمد في المشروع المسمَّى OpenPDS/SafeAnswers (المتجر المفتوح للبيانات الشخصية)، وهي إحدى اللبنات الأولى لـ«النظام البيئي للبيانات الخاصة» الذي اقترحه معهد (إم آي تي).

منع السرقات والتسربات

إنّ بيانات المستخدم الشخصية (على سبيل المثال: روني دوبون، ٦١ سنة، قاطن في ٢٥، شارع باستور، باريس، فرنسا) مخزنة (على الهاتف الذكي أو في خادم) بشكل مشفر لا يدخله إلا هو. ولا تُفَكُّ شفرتها إلا بإذن منه، ولا تزوّد التطبيقات والمواقع الإلكترونية بالمعلومات إلا التي يجيزها المستخدم، بينما يبقى أسمه مجهولاً. عندها، تصبح بياناته: رجل، في حوالي الستين، يقطن بباريس في الدائرة الخامسة عشرة. هذا «الملخص» هو الوحيد الذي ستخزنه وتستخدمه أدوات البريد الإلكتروني، ومحركات البحث...

ولقد تم اختبارُ المتجر المفتوح للبيانات الشخصية في معهد إم آي تي، مع شركتَيْ تيليكوم إيطاليا وتيليفونيكا. ويسعى إيف-ألكسندر مونتجوي «Yves-Alexandre de Montjoye»، وهو مؤسس المشروع، إلى اختباره على صعيد واسع حتى "يتيح لمشغلي الاتصالات الهاتفية مشاركة بيانات ملايين المستخدمين مع وكالات إحصاء، في فرنسا أو في بلدان نامية، بطريقة آمنة، في مجال الصحة العمومية أو تحليل الحركية".

ويريد باحثو معهد إم آي تي الذهاب إلى أبعد من ذلك. فقد أعدّوا، في إطار مشروع «إينيجما»، برامج تعوض البيانات الشخصية بتشفير بيانات مجردة تماما، للحيلولة دون من يملكها ودون معرفة الشخص الذي صدرت عنه. إن هذه البرامج، التي توصف بكونها برامج حساب مؤمّن متعددة الأطراف، مستوحاة من إحدى طرائق التشفير الواعدة: هي طريقة التشفير «المتجانس كليا».

وعمليا، فإن «إينيجما» هي شبكة من الحواسيب يعاد فيها توزيع البيانات الشخصية، بعد تقطيعها وتشفيرها، بطريقة عشوائية. ومن هنا، فإن كل حاسوب من حواسيب «إينيجما» يجهل بماذا ترتبط باقات البيانات التي يستضيفها. ولكن تقنية الحساب المتعدد الأطراف تسمح، مع ذلك، بإجراء حسابات على تلك البيانات،

إن المبدأ يمكن أن يكون من الآن فصاعدا مشاركة الشفرة... لا مشاركة البيانات

وباستخراج معلومات مفيدة منها. ولو أن برامج طلبات شراء الكتب من أمازون، مثلا، استخدمت «إينيجما»، لاستطاعت أن تعرف أي الكتب تقع ضمن اهتمام المستخدم، دون أن تكون قائمةُ مشترياته وأبحاثِه السابقة حاضرةً في خوادمها - وليس باستطاعة أمازون، ولا غيرها، أن تصل إلى تلك المعلومات «بوضوح»، أي غير مشفرة.

وبالطريقة نفسها، فإن تقنية «إينيجما» قد تسمح للمؤسسات بأن تطبق على بياناتها الحساسة مبدأ اللامركزية وتجعلها آمنة، بطريقة تمكّن موظفيها من استخدامها في عملهم، دون أن تهدَّد المعلومات بالسرقة أو التسرب. وفي مجال التوثيق، بإمكان مستخدمي الإنترنت أن يعرفوا بأنفسهم بواسطة كلمات السر، أو بواسطة نظم التعرف البيومترية، للوجه أو للصوت، دون أن ترتبط هويتهم الحقيقية بكلمات سرهم أو ببصماتهم.

ويفسر ذلك إيف-ألكسندر مونتجوي بقوله: "إن المؤسسات تجمع البيانات لأنها تستطيع أن تفعل ذلك. والفكرة هنا هي أن نشارك الشفرة لا البيانات". وهذه الفكرة مغرية. إذ يؤكد عُوزْ ناتان «Oz Nathan»، الباحثُ المؤسس لمشروع «إينيجما»، أنه يعمل "مع شركاء صناعيين متنوّعين في مجالات المصارف، والصحة، والتقنية. إن هذا المفهوم في طور التجربة. وسيبدأ العمل بصيغة أولية منه في سنة ٢٠١٦م". ويرى أنه، على العكس من ذلك، "سيتطلب الأمر بضع سنوات حتى تستطيع «إينيجما» أن تنتشر على صعيد واسع. والعوائق التي تواجه انتشار النظام هي من قبيل التطابق النظامي وإمكانية دمجه مع النظم السائدة، أكثر مما هي حدود تقنية".

وهذا الحذر يتعلق أيضًا بـ«اللبنة» الثالثة التي هي بصدد التطوير في مختبرات إم آي تي: أعني مشروع السلسة الواضحة (Clearchain).

إن هذا المشروع، بوصفه مشتقا



إن التقنيات القوية المستخدمة في التشفير والمعالجة التي توصّل إليها الباحثون في مختبرات معهد إم آي تي يمكن أن تسمح بتأمين معلومات تواصلنا (بطاقة شبكة أصدقاء على الفيسبوك، في الأعلى يمينًا)، أو إشارة نظام تحديد المواقع العالمي في هواتفنا الذكية (مقابل)، أو الملفات التي ينشئها نظام تعيين بيومتري (فوق)... كما تسمح لنا دائما بالوصول إلى خدمات شخصية.

المصطلح

التشفير: تُشَفَّر إحدى البيانات الشخصية (محتوى بريد إلكتروني، أو كلمة سر...) حين تَجعلُ منها وظيفةٌ رياضيةُ **(مفتاح)** سلسلةً من الحروف بلا معنى. ويُفَكُّ تشفيرُها بالمفتاح نفسه، أو بمفتاح تكميلي.

من تقنية سلسلة الكتلة البلوكتشين (Blockchain)، يهدف إلى إغفال الاسم تحديدًا في عمليات الشراء المنجزة على الإنترنت، ومنع سرقات البيانات المصرفية. ويتعلق الأمر بـ«تشكيلة» مؤمَّنة، تتلافى تطبيق المركزية على مجموع عمليات الدفع الإلكترونية على بطاقة مصرفية واحدة، بإنتاج عدد من «البطاقات» المصرفية الافتراضية، مجهولة الاسم والمؤمّنة، يعادل عدد المعاملات الإلكترونية. ويلخص توماس هارديونو «Thomas Hardjono»، المدير الفني لـ إم آي تي اتحاد ثقة الإنترنت المسألة بقوله: "إن عملية التوقيع الرقمي، تجعل العمليات غير مترابطة فيما بينها، وبذلك فإن النظام يوفر ظروف إغفال الاسم على الحقيقة".

والمؤكد، أن «إينيجما»، والمتجر المفتوح للبيانات الشخصية، و«السلسة الواضحة» وأمثالها التي تطورها فرقٌ بحثية أخرى لن «تسجَّل» على «سحابة» مؤسسات المواقع الإلكترونية بين عشية وضحاها، على الأقل، لأنها لا تبدو، في الوقت الراهن، راغبة في الحصول عليها. علينا بمزيد من اختبار هذه النظم، وفحص توافقها مع البروتوكولات المعلوماتية التي تشغّل الإنترنت، والتأكد من أنها لن تخفف كثيرا من أزمنة معالجة البيانات... ولكن من الآن فصاعدا، تجاوزت الأحداث، في المختبر على الأقل، ذلك الخيار المُحزن بين "الحياة الخاصة والخدمات الجيدة". ▪

(١) DONNÉES PERSONNELLES: ELLES PEUVENT ÊTRE DÉPERSONNALISÉES!, Science & Vie 1181, P 96-99
(٢) Jean-Marc Manach

* للاستزادة

للاطلاع: انظر موقع plaintextoffenders، الذي يفهرس الشركات التي لا تحمي جيدًا كلمات السر.
للمشاهدة: شريط فيديو عن الطبيعة الطفيلية للتطبيقات...



A.LE BOT/PHOTONONSTOP - SHUTTERSTOCK - C.ABAD/PHOTONONSTOP

بلوكْتْشِين

آلة صنع الثقة [١]

تزعم تقنية البلوكتشين «سلسلة الكتلة» أنها توفر القدرة على إقامة علاقات غير قابلة للتزوير، ولا يمكن القضاء عليها... وتعويض كاتب العدل أو الموظف أو أي هيئة رسمية. ولكن كيف؟ ذاك هو السؤال الذي طرحه **أوليفييه لابيرو** [٢].

في شهر يناير القادم، تحتفل العملة الافتراضية البيتْكُويْن [٣]، التي تسمح بالبيع والشراء على الإنترنت بلا اسم، ولا وسيط -ولا مصرف ولا قاعدة دفع بواسطة بايبال- بمرور سبع سنوات على وجودها.

ورغم ما واجهته هذه العملة من نقد عند ولادتها، فإنها تزدهر: إذ بلغت رسْمَلَتُها المالية اليوم ما يقارب ٤,٨ مليار يورو. وتدين بيتكوين بهذا النجاح إلى تقنية «البلوكْتْشين»: وهي مجموعة من البرامج المعلوماتية توفر أقصى درجات السلامة لتسجيل المعاملات المنجزة بين الأفراد أو المؤسسات دون سابق معرفة بينهم، على شبكة حواسيب مستقلة عن كل رقابة مركزية.

غير أن هذه التقنية المعلوماتية توشك أن تنتشر بعيدًا خارج نطاق العملة الافتراضية: عقود بيع وشراء ممتلكات، عقود إيجار سيارات، نظام تصويت إلكتروني، بل وحتى سجلات شهادات جامعية أو فسوحات المساحة البلدية... وبكلمة أخرى حيثما يستطيع البيتْكُوين أن يعوض أصحاب المصارف ودفاتر حساباتهم، تستطيع تقنية البلوكْتْشين أن تحل محل كتاب العدل وعقودهم، والإدارات العمومية وشهاداتها... ذلك أنه في الوقت الذي تقوم فيه القاعدة الموجودة على الإنترنت مقام المكتب الذي تُحمَل إليه الوثائق للتصديق عليها أو حفظها، فإن الشبكة التي تنتمي إليها (وهي مكونة من حواسيب المشاركين المتطوعين، المفتوحة للجميع) تعوض الأختام الثمينة لكتّاب العدل، والعدول المنفذين، والموظفين المحلَّفين.

تصوروا أن شخصًا يبيع ملكية شيء له إلى شخص آخر، وأن كاتب عدل يحرر عقد بيع. إن هذا العقد يكفي المشتري ليثبت أنه من ذلك الوقت فصاعدًا صاحب تلك الملكية. ويمكن للبائع أن يطالب بحقوقه، إذا لم يدفع له المشتري المبلغ المتفق عليه في العقد. وإذا كان كاتب العدل ممن يمكن رشوتهم، فسيكون بإمكان أحد الطرفين أن يجعله يعيد كتابة العقد لصالحه. وإذا كانت محفوظاته لا تحظى بالعناية الكافية، فإن العقد يمكن أن يضيع، أو يحرق، أو يغرق... وهذه المخاطر لم يعد لها وجود مع تقنية البلوكْتْشين.

علامات

ولّدت تقنية بلوكْتْشين في البداية البيتْكُوين، وهي عملة افتراضية لا تعترف بها المصارف المركزية، ولكنها تتداول على نطاق واسع. وقد طوَّر برنامجَها الرئيس سنة ٢٠٠٩م شخص ياباني معروف باسم مستعار هو ساتوشي ناكاموتو «Satoshi Nakamoto»، هو الذي كشف شفرتها الأصلية. ومنذ ذلك التاريخ تم اعتمادها في تطبيقات أخرى.



توقيعات رقمية

عمليـا؟ يتخـذ عقـد البيـع هنا صـورة إلكترونيـة، تحمـل توقيعات رقمية مشـفَّرة مـن قبل المشـتري والبائـع. وعندها تنسـخ تلك الشـهادة بصـورة آلية في كل حواسـيب الشـبكة التي تشـكِّل البلوكْتْشـين. بشـرط: أن تكون كل الحواسـيب قـد تحققت، لحظة تسجيل الشـهادة، أن كل الشهادات الأخرى التي سـبق أن سَـجّلها مجموع المسـتخدمين خاليـة من أي تعديل. وهـذا الإجراء المتكرر عند كل تسـجيل، يضـمن أن الشهادات غير قابلـة للتزوير: فـإن فُقد حاسـوب (إن وقع اختراقـه)، أو عُدِّلـت وثيقـة (مـن طـرف مستخدم غير أمين)، لاحظ كل المستخدمين ذلك. إنهـا وثائق لا يمكن تزويرها ولا يمكن إتلافهـا، لأن حذف وثيقة يقتضـي أن تُعَطَّل الشـبكة بأكملهـا. أما الرشـوة فهـي نظريًا مسـتحيلة، إذ ليـس لأي حاسـوب «سـلطة» على الحواسـيب الأخرى (انظـر التخطيط الحاسوبي ص٤٢).

ويلخـص جان–بـول دولاهـاي «Jean–Paul Delahaye»، وهـو عالم في الرياضـيات والمعلومات بجامعة ليل بفرنسـا الأمر بقوله: "لأول مـرة، نمتلـك نظامًا يسـمح لنا بأن نسـجل بأمـان معلومات لا يسـتطيع أحد أن يتلاعـب بهـا، معلومات مشـتركة في الوقت نفسه في العالم بأسره. وما جعل هذا النظام ممكنًـا عمليًا هـو ازدياد قدرة الحواسـيب علـى العـدّ، ووثوقيـة الشـبكات المعلوماتية الراهنة".

لا غرابة في أن يكون من أوائل الرواد في اسـتغلال هذه الآلة الحقيقية لصناعة الثقة شـركة بِتْبـرُوف (BitProof) الناشـئة التـي تؤكد ببسـاطة رغبتها في أن تصبـح "بديلاً عـن كاتـب العدل والعـدل المنفذ"، بحسـب مؤسسها لويزون دومون «Louison Dumont».

وكان أولُ إنجـاز لهـا: نظـامَ توثيـق للشـهادة، اسـتخدمتـه مؤخـرًا مدرسـة للمعلوماتيـة في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية. فعمدت إلى الشـهادة واسـم كل طالـب ولقبـه وتاريـخ ولادتـه وشـفّرتها في شـبكة بلوكْتْشـين. وبذلـك، فإن أي مشـغِّل يمكنه، اعتمـادًا على البرنامج، أن يتأكد من صحة الشهادة الرقمية.

ثـم تأتـي مسـألة لا مفـر مـن طرحها هـي مشـروعية نظام كهـذا. يقـول لويزون دومـون: "في الولايات المتحـدة، لا توجد بعدُ تشـريعات تخص البلوكْتْشـين. وإن وجـدت دعـوى قضـائية، تعـيَّن علـى الخـبراء أن يقدرّوا درجةَ مصـداقية الوثيقة الرقمية". وفي المجلس الأعلى للكتابة العدلية، لا يوجد قلـق من هـذا الموضـوع. ويؤكـد نيكولا هوي «Nicolas Houy»، الباحـث في الاقتصـاد في المركـز الوطنـي للبحـث العلمـي أنه "لا ←

٨ وماذا عن السلطة العمومية؟
بدل كاتب عدل، مثلا، يمكن لعقد أن يصدَّق بواسطة شبكة معلوماتية. شبكة يسهم كل حاسوب فيها، بقدرته الحسابية، في ضمان صحة العقد وسلامته.

تقنية بلوكْتْشين: كيف تولّد الثقة

تقنية البلوكْتْشين هي قاعدة بيانات، مكوّنة من «وحدات»، وموزعة على شبكة.

النظام آلي

تستنفر تقنية البلوكْتْشين نظام تسجيل ومشاركة من حاسوب إلى حاسوب، دون مركز مراقبة. من المستحيل حينئذ التحكم في المعاملات المخزنة في قاعدة البيانات وتزويرها.

← وجود لتنافس مباشر مع كاتب العدل. فله تفويض من السلطة العمومية، وختمه موثوق به أمام المحكمة". ولكن "إذا اعتبرنا أن عمل كاتب العدل هو تسجيل معلومات في دفتر، فإن هذا النشاط يمكن أن تقوم به تقنية بلوكْتْشين. وهذا الأمر يصح أيضًا بالنسبة إلى فسح المساحة، والأرشفة، وصك الملكية...".

وفي الواقع، فإن هندوراس تتجه إلى أن تعهد بفسوحات المساحات إلى بلوكْتْشين بالذات. وهي وسيلة من وسائل وقاية نظام الفسوحات الرسمي القيّم من أن يُـزوِّره، موظفون عديمو الضمير لمصالحهم. وهذا التزوير مستحيل مع شهادات الملكية المشفرة في شبكة بلوكْتْشين.

التصويت الإلكتروني

بما أن تقنية البلوكْتْشين توفر شفافية لا مثيل لها، فإنها تبدو أيضًا حلاً واعدًا للتصويت الإلكتروني، الذي يعاني من عيب رئيس إلى حد الآن هو استخدام نظم مملوكة غير شفافة. والكثير من قواعد التصويت، مثل «فولو ماي فوت» (Follow my vote) و«بت كونغرس» (BitCongress)، هي بصدد التطوير.

وقد ظهرت أيضًا في الشهور الأخيرة بدائل أكثر فأكثر تعقيدًا للبرامج الأساسية التي تعتمد عليها تقنية بلوكْتْشين. وعلى هذا النحو، فإن قاعدة «إيثيروم» تقترح برنامجًا مزودًا بلغة حقيقية للبرمجة. وهو يسمح، على سبيل المثال، بكتابة عقود مركَّبة مع فتح مستقبلي للأرصدة بشروط معينة. واعتمادًا على القواعد الجديدة للمشاركة في التمويل «وايفوند» و«كروما. فوند» يستطيع المساهمون في مشروع، بفضل هذا البرنامج، أن يحصلوا على نصيب من الأرباح المستقبلية للمؤسسة التي يدعمونها.

وبما أن تقنية البلوكْتْشين مزودة بأدوات فعالة، فهل ستطيح بكل ما يعترض سبيلها؟ يوضح نيكولا هوي بأنه "لا يكفي أن ننشئ تقنية، بل ينبغي أيضًا أن يعتمدها الجميع. ومن السابق لأوانه أن نقول ما إذا كانت ستغير كل شيء".

إن من مزايا تقنية البلوكْتْشين تخفيض نفقات البنية التحتية والإدارية، بما أن حواسيب الشبكة هي حواسيب المستخدمين التي، خلافًا لشبكات مشاركة الملفات من نوع «الند-إلى-الند»، «تعير» جزءًا من قرصها الصلب ومن قدرتها على الحساب. ولكن اللامركزية والآلية يترتب عليهما أيضًا إلغاء الوسطاء البشريين. وفي حين تستخدم قواعد مثل «أوبر» أو «بْلابْلاكار» إداريين لضمان حسن سير خدماتها، فإن خدمة التشارك في السيارات التي تعمل بها قلّة من الشركات تستغني كليًا عن الوسطاء، فالسائقون والركاب يتواصلون مباشرة عن طريق تطبيق مؤسس على تقنية البلوكْتْشين، يتصرف في حجز الرحلة ودفع ثمنها من ألفها إلى يائها. وبهذا تنفتح أمام الاقتصاد أبوابُ «أوبرة»[٤] مضاعفة. بل وحتى آلية جذرية للعالم، تتمكن فيها الأشياء المتصلة، والطائرات دون طيار، وروبوتات الخدمة، والمركبات من أن تقيم علاقات تجارية فيما بينها مستغنية عن البشر، مبرمة بينها عقودًا للتزود بقطع الغيار، والمحروقات...

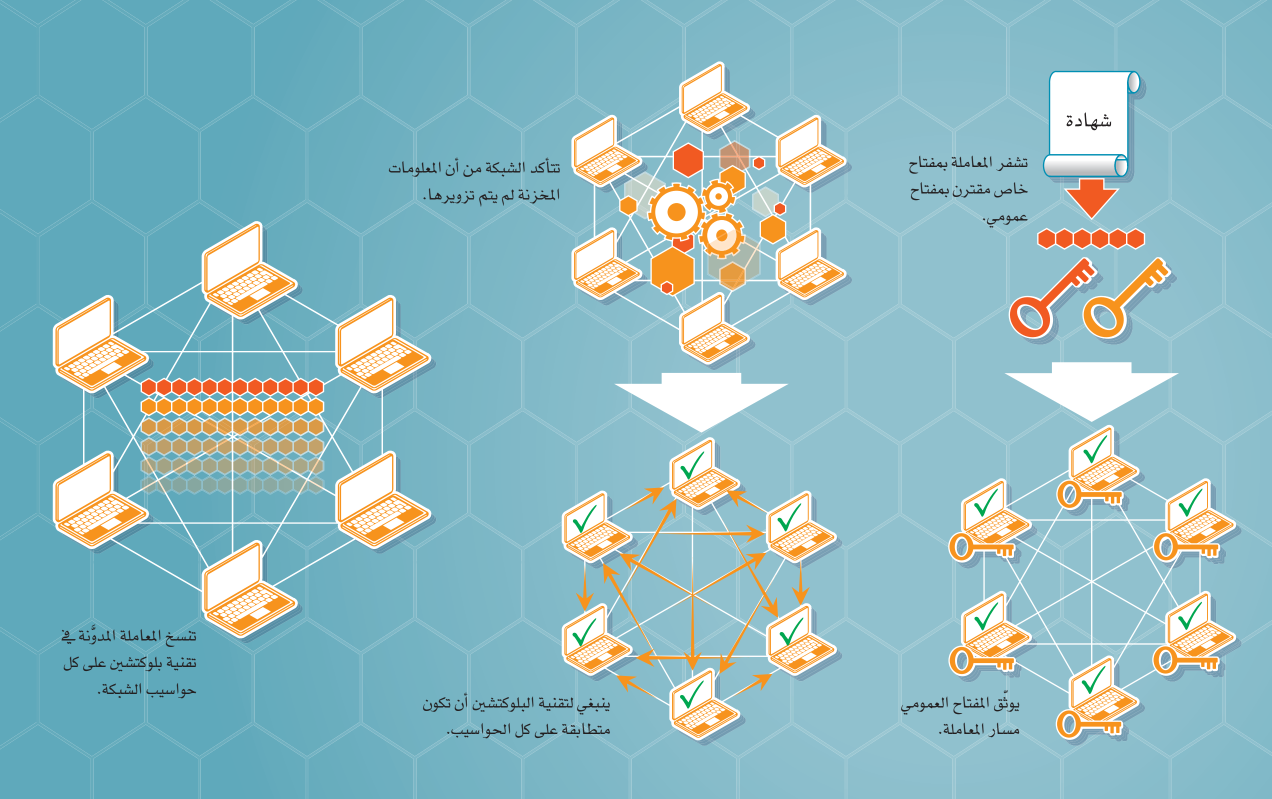
من الضروري مع ذلك أن نكون قادرين على إعطاء آلة صنع الثقة ثقةً مطلقة. ولكن، الأمر ليس كذلك، على غرار كل ما له صلة بالإعلام. ويؤكد الإعلامي نيكولا





جان-بول دولاهاي
JEAN-PAUL DELAHAYE
عالم في الرياضيات والمعلوماتية
بجامعة ليل بفرنسا

لقد أصبح هذا النظام ممكنًا بفضل ازدياد القدرة الحسابية للحواسيب.



٢ يتم توثيق كل معاملة وتشفيرها

يملك كل مستخدم زوجًا من المفاتيح المشفرة (أحدهما خاص والآخر عمومي). فهو يوقع بمفتاحه الخاص، وتوثقه الشبكة بالمفتاح العمومي.

٣ كل معاملة لا يمكن تزويرها

يتم التأكد باستمرار من سلامة قاعدة البيانات على كامل الشبكة. وأدنى تزوير يقع لإحدى «العُقَد» يُستدَلّ عليه بسرعة.

٤ تبقى كل معاملة ممتدَّة في الزمان

بعد التأكد من سلامة تقنية البلوكتشين، تدرج فيها المعاملة. وهنا تكون موجودة في كل حاسوب. وتعدد تلك النسخ يضمن بقاء الوثيقة.

كورتْوَا «Nicolas Courtois»، المتخصص في علم التشفير بجامعة كوليج بلندن أن "فعلاً ثمة خطرًا في استخدام تقنية البلوكْتْشين". بدءًا بمفاتيح التشفير التي تستخدمها. "إن تقنية بلوكتشين تستخدم معيارًا... جعلت وكالة السلامة الوطنية منذ فترة وجيزة تنصح بتجنبه!". فإذا ما انكسر التشفير، فإن أي مستخدم غير أمين يمكنه بكل سهولة أن ينتحل أي هوية يشاء.

وعلاوة على ذلك، يمكننا أن نتصور أن كيانًا يتحكم في أكثر من نصف القدرة الحسابية لحواسيب الشبكة، يمكنه أن يزيل الفاعلية عن نظام التحقق الآلي من الوثائق المسجلة، فاتحًا الباب أمام التزوير. غير أن "هذا النوع من الاختراق يمكن أن يحصل بطرق متطورة جدا، لا تحتاج من صاحبها إلى أن يكون ثريًا جدًا- خلافًا لما يقال غالبا". فالبيتْكُوين سبق أن واجه محاولات اختراق من هذا القبيل، رغم أن أحدًا منها لم يفلح -في نهاية المطاف-، في أن يضع أداءه في خطر. فهل ستشهد التحولات الكثيرة الجديدة للبلوكْتْشين المصير نفسه؟ إن مروّجيها يؤمنون بذلك، ويعملون على تحسينها. أما إلى أي مدى سيقبل المستخدمون أن يثقوا في آلة... ■

المصطلح

شبكة الند للند الموزعة: هي نمط الشبكة المعلوماتية التي تعتمد عليها تقنية بلوكْتْشين. تستطيع كل حواسيب الشبكة أن تتبادل فيها ملفات مع الحواسيب الأخرى، دون المرور بخادم مركزي.

(١) BLOCKCHAIN: LA MACHINE À FABRIQUER LA CONFIANCE, SCIENCE & VIE 1180, P 98-101

(٢) Olivier Lapirot

(٣) البيتكوين: عملة إلكترونية، لا يتم تداولها إلا عبر الإنترنت. (المترجم)

(٤) الأوبرة (uberisation): كلمة مشتقة من مؤسسة أوبر، تعني ظاهرة اقتصادية جديدة، تتمثل في استعمال خدمات تسمح للمحترفين (السائقين) والزبائن بأن يتصلوا ببعضهم مباشرة، وبشكل آني تقريبا، بفضل استخدام التقنيات الحديثة. (المترجم)

* للاستزادة

انظر: موقع blockchain.info وهو يقدم تعاملات أجريت على البلوكتشين. انظر مدونة جون-بول دولاهاي J-P Delahaye

science-et-vie.com

كيف أحفظ الصور الملتقطة بجوالي؟[1]

بقلم: فيليب فونتان [2]

الأمـر يسـير. أرسـلوها علـى الإنترنـت! اليوم عوضـت الهواتـف الذكيـة آلات التصـوير الرقمية المدمجة وآلات تصـوير الفيديو. وهـذا طبيعي، لأن الهاتـف الذكـي يتحسـن أداؤه كل يـوم. لذلك، بين الصـور الجميلة الملتقطة ببراعة، والصـور الذاتية (السـيلفي) المأخوذة سـريعًا، والفيديو، نجد غالبًا آلاف الذكريـات المتراكمـة في ذاكرتـه الداخليـة!









ولكن، لو أن جوالكم ضاع أو سُرق منكم لا قدّر الله، فإن كل شـيء سيضـيع نهائيا. والأدهى من هذا: أن سـارقًا سـيتمكن من الدخول إلى حياتكم الخاصـة كلها. وإذا كان شخصًا غير سوي، فبإمكانه حتى أن ينشر صوركم الأكثر خصوصية!

ولحسـن الحظ، توجـد طريقة فعّالة جدًا ضـد هذه الأخطار، زد على ذلك أنها سـهلة الاستخدام. الحل، هو تخزين صوركم على السحابة الإلكترونية (CloudDrive)، أي علـى أقراص صـلبة ضـخمة مرتبطـة بالإنترنت. فـإن كنتم تملكـون هـاتفًا ذكيًا أندرويد (جوجل)، أو آيفون، أو ويندوز فون، فلديكم مساحة تخزين على الإنترنت، يمكنكم الدخول إليها عبر حسـابكم الخاص. إنها خزنـة حقيقية! محمية بكلمة سـر موثوقة، ولكم أن تخزنوا فيه مجانًا آلاف الملفـات. وعند جوجل، مسـاحة تخزيـن لامحدودة لتخزين الصـور بالحجم العادي (١٠٢٤ بيكسـل). فإن قمتم باسـتخدام هذا الخيار، فإن نظام تشغيل الهاتف يعيد آليًا مقاسـات الصـور قبل أن يحوّلها. أما أبل (Apple)، فإنه يمنح ٥ جيجابايت للتخزين. وإن احتجتـم إلى مسـاحة أكـبر، فبإمكانكـم أن تسـتأجروا مسـاحة تخزين إضـافية، بثمـن يعادل ١٠ يورو سنويا.

يبقـى بعد ذلـك أن تختاروا الإعـدادات الأكثر ملاءمة لاسـتخدامكم السـحابة الإلكترونية. وهذا أمـر يمكنكـم أن تقوموا به ببسـاطة، مـن هاتفكم الذكـي، بالدخـول إلى الإعـدادات الخاصـة بآلـة التصـوير وباتباع التعليمات. وللحصـول على الحد الأقصـى من السـلامة، اختـاروا التحويـل الفوري للصـور بعد التقاطها، متبوعًـا بحذفها من الهاتف الذكـي. ولكن ما العمل لمشـاهدتها بعد ذلك؟ الأمر بسـيط، فيكفيكم فقط أن تتصـلوا بخدمة السحابة الإلكترونيـة. هـذه هي الميزة الكبرى لهـذه التقنية. وبما أن بياناتكم مخزنـة على الإنترنت، فبإمكانكم الدخـول إليها مـن أي مكان ومـن أي جهاز، هاتف ذكي لأحد الأصدقاء، جهاز حاسوب شخصي، ماك، جهاز لوحي ...إلخ، بشـرط توفر إتصـال بالإنترنت بطبيعـة الحـال. وبإمكانكـم حتى تعديـل ملفاتكم، أو حذفها، أو مشـاركتها على الشـبكات الاجتماعية كما لو كانت على جهازكم. نصيحة أخيرة: اضبطوا الإعـدادات بحيث أن الفيديو أو الصـور لا ترفع إلى السـحابة الإلكترونية إلا حـين يكون الجوال مرتبطا بالواي فاي، وإلا فإنكم ستسـتهلكون بسـرعة رصيد الإنترنت الخاص بجوالكم! ■

رتبوا صوركم

هل أنتم مدمنوا تصوير إلى حد أنكم تصورون كل ما يمر بكم؟ إذن لديكم بلا شك آلاف الصور المخزنة. لفرزها ومشاركتها بسهولة، قم بتحميل تطبيق إدارة السحابة الإلكترونية (على الأندرويد) أو (على أبل). تسمح لك هذه التطبيقات المجانية ليس فقط بالدخول إلى حسابك على السحابة الإلكترونية، ولكن أيضًا بترتيب صورك بسهولة. فبإمكانها أن تتعرف على الوجوه، كما تستطيع تصنيف الصور حسب الموضوع: معالم، بحر، جبل، حيوانات... جربوها، إنه عالم عجيب!

---

(١) COMMENT SAUVEGARDER LES PHOTOS PRISES AVEC MON TÉLÉPHONE, Science & Vie Junior 317, P 92

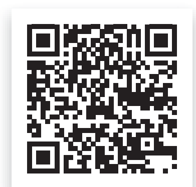
(٢) Philippe Fontaine





سلسلة مقالات

رياضيات كوكب الأرض



http://publications.kacst.edu.sa



الموت القادم من البحر [١]

طورت الحيتان القاتلة (الأركات) تقنيات لا تقاوم للقبض على فرائسها. من الصيد الجماعي إلى الكمائن، إنها أصبحت بارعة في فن تعقب كل أنواع الطرائد!

بقلم: مارتن سوميه [٢]

SYLVAIN CORDIER / BIOSPHOTO



V هل هذا مشهد من آخر أشرطة «الحديقة الجوراسية»؟ كلا، فهذا الوحش الذي يشق الأمواج هو سمك الأرك. عبثاً تُسرع أسود البحر المسكينة إلى الشاطئ، فقد فات الأوان. لن يتردد القاتل في الاندفاع إلى الأرض ليلتهمها!

أسنان البحر ليست تلك التي تظنون. فالحيوان المفترس الأكثر إثارة للرعب في المحيطات ليس سمكة القرش الأبيض الكبير مثلاً، ولا هو من فصيلة الرخويات، أي الحبّار العملاق، وإنما هو حيوان ثديي: هو الأرك، الذي يعرف أيضا بالحوت القاتل. فإن كان هو الأفضل، فلأنه الأكثر مكرا، كما يشهد به اكتشاف أذيع في السنة الماضية.

فقد لاحظ باحثون، على شواطئ الأرجنتين، مجموعة من الأركات تنصب كمينا لدلفين لتقتله (انظر الإطار «الطوربيد» ص ٤٩).

ومع ذلك، فبشيء من التأمل، نكتشف أن الأمر غير مفاجئ. فقد أطلق الإنجليز منذ زمن بعيد على الأركات اسم «الحوت القاتل». ومنذ أربعين عاما والعلماء يدرسون هذه **>الحوتيات<** (انظر الإضاءة ص ٤٨)، وما انفكوا يندهشون من خططها في الصيد، وهي خطط كل واحدة منها أكثر تطورا من الأخرى. ذلك أن الحيتان القاتلة، تملك طريقة محكمة للقضاء على كل نوع من أنواع الطرائد. تقنيات لا تقاوم لتوجيه الضربة القاضية لقرش، أو للقبض على فقمة فوق طوف من الجليد، أو حتى لترويض سرب من الأسماك (انظر الصفحات التالية).

إنها آلة للقتل طولها ٧ أمتار ووزنها ٥ أطنان

في مدرسة الصيادين

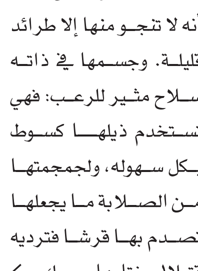
إن أغرب ما في الأمر، أن كل تقنية من تلك التقنيات اخترعتها وطورتها مجموعة واحدة من الأركات (نوع من العائلة)، متخصصة في اصطياد طريدة محددة. ولكي تحافظ هذه «الثقافات الأركية» على البقاء، فإنها تعلّم للأحداث منذ الصغر. وبصفة عامة، تتولى الأمهات تأمين تلك «الدروس»، ويساعدهن كبار العائلة، الذين اكتسبوا خبرة بفعل السنوات الطويلة من الممارسة. ويبدأ التعليم، طبعا، بالمشاهدة، إذ ترافق الحيتان أمهاتها على مسافة معقولة حتى أثناء الصيد. ولكن بعد ←

← فترة قصيرة جدا، تبدأ في فهم التعامل مع الطريدة: فحين يبلغ الأرك سنة أو سنتين من عمره، يكون قد تعوّد على اللعب مع الحيوانات الميتة أو فاقدة الوعي التي يأتيه بها الكبار. وكما تفعل صغار القطط، فإن الأركات الصغيرة تعيد، على سبيل اللهو، تمثيل ما فعلته أمهاتها: فالانقضاض على الضحية والانهيال عليها ضربًا بالذيل هو لعبة أكثر مما هو تدريب. ولكن الويل لمن لا يبذلون الجهد خلال الدروس! فأثناء تعلم تقنية «الغارة على الشاطئ» (انظر الإطار أعلاه في الصفحة المقابلة)، لا تتردد الأمهات في دفع الصغار المذعورين بضربات بالخطم حتى يخرجوا إلى الشاطئ. وبطبيعة الحال، فإن المدد التي تتطلبها تلك التدريبات تختلف طولاً وقصرًا بحسب صعوبة التقنية: فإن كانت صغار الأرك في كولومبيا البريطانية (كندا) تستطيع، وهي في الثانية من عمرها، أن تمسك بالسلمون، بينما في جزر المحيط الهندي، يحتاج الصغير إلى خمس سنوات أو ست ليتعلم كيفية الوصول للشاطئ بمفرده... والعودة منه!

تملك حيتان الأرك، لكل فريسة، تقنيةً لا تقاوَم

مقاتلون لا يعرف الكلل إليهم سبيلا

وإضافة إلى حدة ذكاء الحيتان القاتلة، فإنها تحظى بميزة طبيعية كبيرة: فجسمها الذي يبلغ معدل وزنه ٥ أطنان، وطوله ٧ أمتار، مخلوق للقتال. ونظرا إلى قدرتها الكبيرة على التحمل، فإنها تستطيع أن تواجه حوتا أضخم منها بكثير لمدة ساعات. ولا ننسَ ما تحظى به من سرعة: إذ تتجاوز سرعتها القصوى ٥٠ كلم في الساعة. ومعنى هذا أنه لا تنجو منها إلا طرائد قليلة. وجسمها في ذاته سلاح مثير للرعب: فهي تستخدم ذيلها كسوط بكل سهوله، ولجمجمتها من الصلابة ما يجعلها تصدم بها قرشا فترديه قتيلا! وختامها مسك، ←



إضاءة

الحوتيات هي ثدييات مائية، نجد من بينها الدلفين، والحوت، والأرك، والعنبر. ويوجد منها ٨٠ نوعا تقريبا، خمسة منها تعيش في المياه الحلوة. أما البقية فهي أسماك بحرية.

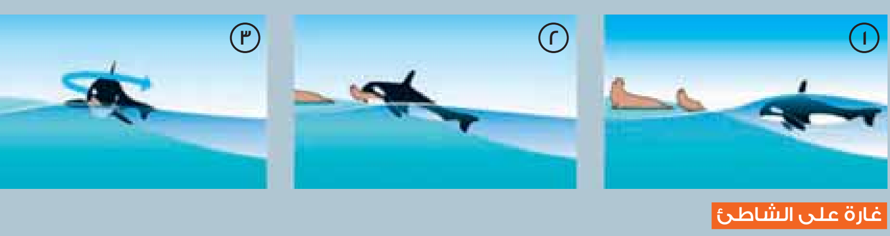
الحفلة الصاخبة

① في الخلجان النرويجية، تختص جماعات من حيتان الأرك في صيد أسماك الرنجة. وهذه الأسماك تتنقل في أسراب ضخمة، وهو ما يجعل المهاجمين لها لا يستطيعون تركيز النظر على فرد واحد. لذلك تكمن الخطة الأولى لحيتان الأرك في عزل جماعة صغيرة. وهي تنجح في ذلك بفضل هجوم يستهدف أطراف السرب.

② حين يتم عزل مجموعة من أسماك الرنجة، تجعلها حيتان الأرك تكون في دائرة. والهدف هو ترويعها، حتى تكوّن كرة متماسكة، لتكون الأرك متأكدة من أنها ستقتلها بالجملة. وتحقيقًا لذلك الهدف، تقوم حيتان الأرك بالدوران سريعًا حول أسماك الرنجة، كاشفة لها عن بطنها الأبيض، وهو ما يُدخل عليها الرعب.



ANTOINE LEVESQUE POURSVJ



غارة على الشاطئ

(١) تصطاد حيتان الأرك بجزر كروزيت (جنوب المحيط الهندي) على الشاطئ صغار فيلة البحر. يَعبُر الحوت خفية على مسافة تقارب عشرة أمتار من الساحل الرملي، منتظرًا أن تقترب فريسته، وهي غالبًا ما تكون صغيرة السن تنقصها الخبرة، من حافة الماء.

(٢) وهنا يدفع الأرك بنفسه إلى الشاطئ ويمسك بفيل البحر عند مروره. (٣) وما إن يضع الحوت القاتل فريسته في فمه، حتى يتلوى ليعود إلى الماء حيث يقتل ضحيته.



③ في الوقت نفسه، تنفث حيتان الأرك الهواء بشكل مستمر، وهو ما يكوّن شبكة من الفقاقيع تحاصر أسماك الرنجة. وبما أن حيتانًا أخرى تسبح من تحت، فلا يبقى للسرب المتماسك إلا أن يتجه إلى السطح، حيث سيكون بعد قليل عالقا.

④ حينئذ، لا يبقى لحيتان الأرك إلا أن تصرع فرائسها، بالانهيال على المجموعة ضربا بذيلها. تترنح أسماك الرنجة وتغرق بهدوء، وهو ما يسمح للقاتلات بالتقاطها في الطريق.

OLIVIER-MARC NADEL POUR SVJ, D'APRÈS NATIONAL GEOGRAPHIC

الطوربيد

(١) قبالة ساحل الباتاغونيا (جنوب الأرجنتين) تتخذ حيتان الأرك من الدلافين الداكنة غذاء لها. تبدأ مجموعة من هذه الحيتان بعزل الدلفين عن جماعته. (٢) تحيط بعض حيتان الأرك بالدلفين حتى توجّه فرارَه، بالقفز أمامه وحوله. هدفها؟ إنه توجيه الضحية مباشرة إلى إحدى حيتان الأرك الأخرى، التي تكون كامنة، على عمق أمتار قليلة. (٣) وفي اللحظة التي يمر فيها الدلفين فوق رأسها، تصدمه صدمة قوية بخطمها (أنفها). فيطير الدلفين، من أثر الصدمة ، أمتارًا في الهواء قبل أن يسقط في الماء من جديد، وقد طُحنت أعضاؤه الداخلية طحنا.

التسونامي الصغير

(١) إن الفقمات التي يبلغ طولها مترين ونصفا، ويبلغ وزنها ٣٠٠ كيلو جرام، والتي تلهو على أطواف الثلج، تمثل شريحة لحم دسمة لحيتان الأرك في منطقة القطب الجنوبي. وتسير حيتان الأرك في مجموعات من ٤ أو ٥، متلاصقة،

تتقدم جنبًا لجنب تحت سطح الماء، متجهة إلى كتلة الثلج. وحين تكاد تبلغها، تغطس فجأة، في وقت واحد، بشكل عمودي، محْدِثَةً بذلك موجة عارمة.

(٢) يساهم الماء في تكسر الطوف الثلجي للفقمة. وتُكرَّر العملية إلى أن يصبح قطَعُ جليد صغيرة بحيث يمكن تحريكها.

(٤) الجولة الأخيرة يمكنها عندئذ أن تبدأ. تبقى الحيتان القاتلة متراصّة، وتنشئ موجة يبلغ ارتفاعها مترًا أو يزيد.

(٥) وهنا سينقض على ما تبقى من الطوف الثلجي، ملقيًا بالفقمة المسكينة في الماء.





المطاردة القاسية

(١) تتحد حيتان الأرك في كاليفورنيا لمهاجمة الحوت الرمادي الذي يبلغ طوله حوالي ١٥م! ولأنها حذرة، فإنها تستهدف الحيتان الصغيرة. المشكلة: أن أمهاتها تحرسها بحذر. لذلك

ANTOINE LEVESQUE POUR SVJ



النطحة

(١) قبالة شاطئ كاليفورنيا (الولايات المتحدة)، لا تتردد حيتان الأرك في مهاجمة القرش الأبيض. وهي تنقضّ على جانب القرش، وتفقده وعيه بضربة شديدة بالرأس.
(٢) وخلال الوقت الذي يستردّ فيه القرش وعيه، يمسك به الأرك من زعانفه أو ذيله ليقلبه. وفي لحظة، يغطس القرش في حالة من الاسترخاء الشديد الشبيه بالتنويم المغناطيسي. ويستمر على تلك الحال، حتى تتوقف حركته. (٣) يمسك الأرك فريسته، جاعلاً بطنها إلى أعلى، إلى أن تختنق وتغرق. ذلك أن القرش إن كفَّ عن التقدم، تعذر عليه تنفس أكسيجين الماء.

ANTOINE LEVESQUE POUR SVJ

→ فإن هذه الحيوانات المفترسة المثيرة للرعب تتقن فنَّ تحديد المواقع بالصدى. ذلك، أنها، كالخفافيش، وكذلك الدلافين، تُصدِر موجات فوق صوتية. وهذه الموجات الصوتية التي لا نسمعها بآذاننا، تقفز على الحواجز، ثم ترتدّ إلى مرسلها. وبهذه الطريقة يستطيع الحوت القاتل أن يعيد ذهنيا، وفي زمن حقيقي، تشكيل خارطة ثلاثية الأبعاد للوسط الذي يكون فيه، وتعقُّب الفريسة التي توجد فيه. وهذا يسمح له، مثلا، بأن يرسم بدقة خارطة لتضاريس ساحل بحر مليء بأسود البحر، وبالتالي أن يحدد المكان الذي يكون الهجوم فيه أقل خطرا.

صيد صاخب

إن كفاءة الأركات، عند الصيد، تعتمد أخيرا على قدرتها الخارقة على التخاطب فيما بينها. فهي، في الحقيقة تثرثر وتدردش كثيرًا بواسطة الصراخ والصفير اللذين تختص كل أسرة بنوع منهما. ويبدو أن هذا التواصل أساسي لتنسيق حركات الأفراد بينها، حين يتعلق الأمر بتجميع سرب من سمك الرنجة، على سبيل المثال (أنظر «الحفلة الصاخبة» ص ٤٨-٤٩). وعلى نقيض ذلك، فإن عمليات صيد الحوت تتم في صمت مطبق، ولعلها تفعل ذلك حتى لا تنتبه إليها الفريسة، التي تتصف بسرعة في الحركة تمكنها من أن تلوذ منها بالفرار. ولكن، ما هي إشارة الهجوم عندها؟ ما زال الأمر سرًا إلى اليوم. يتعين علينا إذن أن نفك شفرة محادثاتها إذا كنا نريد أن نعرف طبيعة المعلومات التي تتواصل عبرها حين تتعقّب إحدى الفرائس. مع الحرص على أن نمكث في مكان بعيد... ويرى باحثون من غرينلاند، أن بعض أوركات إيسلندا تتقن «الصرخة القاتلة» التي يستخدمها لاعبو الكاراتيه: فهي تصدر صرخة لها من القوة ما يشل حركة الأسماك في المناطق المحيطة! ▪

سلاحها الفتاك: ذكاء لا مثيل له

(٣) إن حيتان الأرك، بإطلاقها فقاقيع بين الكتل الجليدية، أو بدفعها برؤوسها، تبعد تلك الكتل بعضها عن بعض. هدفها: تفكيك الطوف الثلجي التي لجأت إليه الفقمة، لمحاصرتها بعيدًا عن الجليد المترابط.

(٦) إنها لسيئة الحظ: فهذه أركة أخيرة كامنة على حافة الطوف الثلجي، على تمام الاستعداد للاستيلاء على الفريسة.

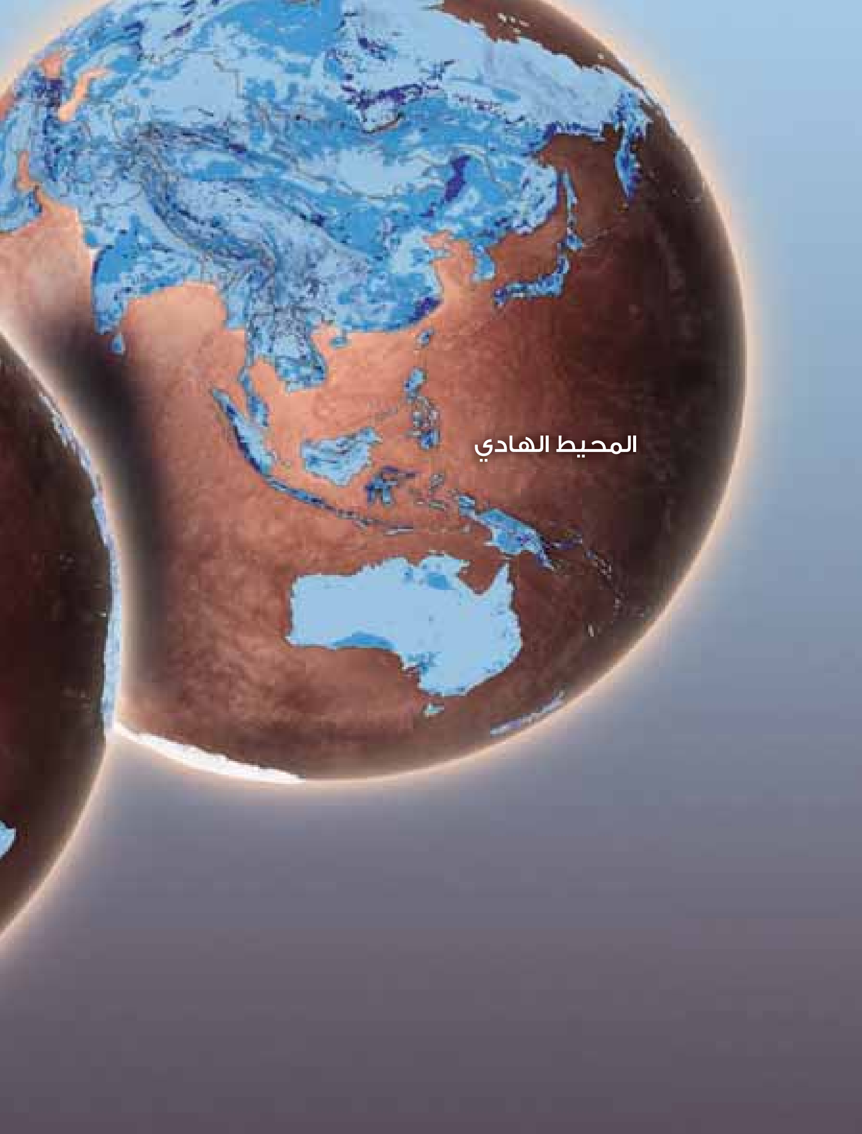
OLIVIER-MARC NADEL POUR SVJ

تتناوب حيتان الأرك مكونة فرقًا من ٤ أو ٥ أعضاء، فتتعلق بزعانف الأم لتعطل سيرها وتصدم الحوت الصغير حتى تتعب الأم من حمايته. (٢) وبعد ساعات من المضايقة، تعجز الأم عن التحمل. ومن هنا، تنزلق أركة بين الأم وصغيرها للفصل بينهما. (٣) وتتكفل حيتان الأرك الأخرى بجر الحوت الصغير إلى العمق، وتضغط على ظهره، حتى ينسدّ >أنفه<. ونظرًا إلى التعب الذي يصيبه، فإنه سرعان ما يقضي حتفه مختنقا.

إضاءة

الأنف فتحة موجودة في قمة رأس الحوتيات، تسمح لها بأن تتنفس دون أن تُخرِج رأسها من الماء.

(١) LA MORT VENUE DE LA MER, Science & Vie Junior 318, P 54-59
(٢) Martin Saumet



الموارد المائية الأكثر عرضة للتهديد تم تحديد مواقعها[١]

منذ بضع سنوات، أشارت دراسات كثيرة إلى انخفاض مستوى طبقات المياه الجوفية العالمية، ملمِّحة إلى أن استخدامنا للمياه الجوفية تجاوز الحد. ومن هنا جاءت أهمية العمل الذي أشرف عليه «توم غليزون» (Tom Gleezon)، من جامعة فيكتوريا، في كندا، الذي أعدَّ خارطة توزيع المياه الجوفية على الأرض، ونجح خاصة في التمييز بين المياه «المتجددة» (التي تتجدد في أقل من مائة عام) والمياه الموجودة منذ العصور الجيولوجية. وقد بيّن توم غليزون أن "خارطة المياه «المتجددة» هذه، تعرِّفنا على الأماكن التي تتجدد فيها الموارد على نحو أسرع، ولكنها أيضا خارطة تبيِّن هشاشة تلك الموارد، لأن تلك الأماكن هي التي تتعرض للتدخلات البشرية بالتلوث أو من التغير المناخي، وهو ما يترك فيها آثارًا بحقّ".

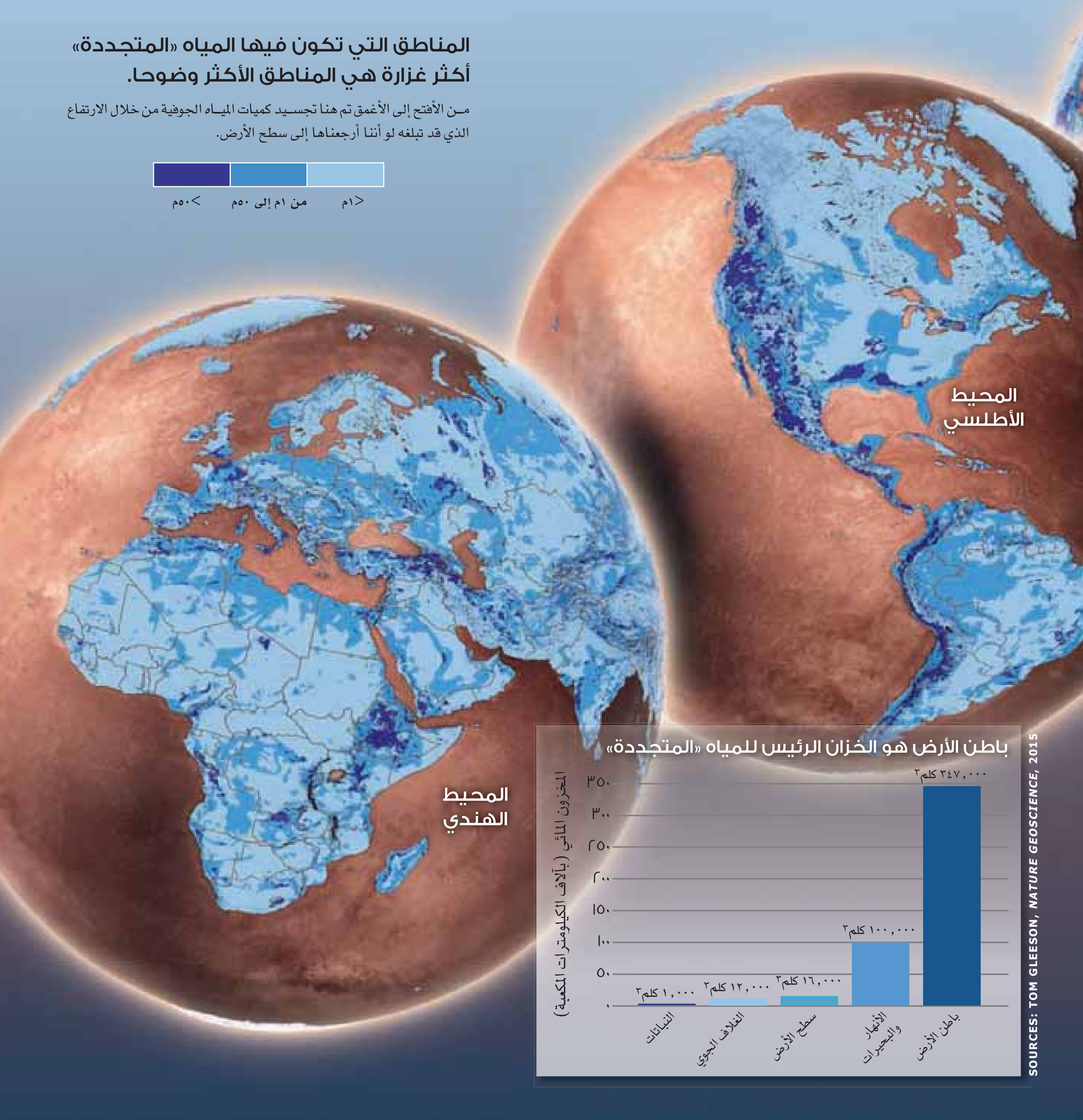
ولإنجاز تلك الخارطة، قارن الباحثون بين مجموعات متنوعة من البيانات، وحُفَر التنقيب، والخرائط، والتحليلات الجغراكيميائية، وأنماط الأرصاد الجوية والمائية. وتُبيِّن الخارطة تراكمات أسفل بعض سلاسل الجبال، هي المياه الجوفية «السائلة» على طول المنحدرات. ويؤكد توم غليزون أن "النتائج المتوصَّل إليها بحاجة إلى تدقيق، حتى نستطيع أن نحسب الوقت المتبقي قبل أن يصير انخفاض مستوى طبقات المياه الجوفية مشكلة حقيقية".

(١) LES RESSOURCES EN EAU LES PLUS VULNÉRABLES SONT DÉSORMAIS LOCALISÉES, Science & Vie 1181, P 24-25

G.CIRADE - M.KONTENTE

المناطق التي تكون فيها المياه «المتجددة» أكثر غزارة هي المناطق الأكثر وضوحا.

مــن الأفتح إلى الأغمق تم هنا تجسـيد كميات الميـاه الجوفية من خلال الارتفاع الذي قد تبلغه لو أننا أرجعناها إلى سطح الأرض.



٦٪

من مياه باطن الأرض هي المياه «المتجددة» (تتجدد في أقل من ١٠٠ عام).

٣ أمتار

هو سمك طبقة المياه «المتجددة» التي قد تغطي القارات لو أنها استُخرِجَت بأكملها.

٢٢

مليون كلم٣ من المياه في الجملة (المياه «المتجددة» والمياه القديمة) موجودة في باطن الأرض.

دائمًا أعلى فأعلى[١]

إن برج المملكة سيكون أول بناية بشرية يتجاوز ارتفاعها كيلومترًا واحدًا. كيف سيُشيَّد مبنى عظيمًا كهذا من الإسمنت المسلح والفولاذ؟ هل سيكون الإنسان آمنًا فيه؟ ومتى سيتوقف سباق ناطحات السحاب إلى الارتفاع؟ الجواب في هذا الملف المدوِّخ الذي يعود إلى أكثر من قرن من المآثر التقنية.

بقلم: رومان رافّوجو[٢]



GRÉGOIRE CIRADE POUR SVJ

ارتفاع يقدَّر بكيلومتر! أطول من برج إيفل ثلاث مرات. ذاك هو الارتفاع الذي سيبلغه برج المملكة الذي هو قيد البناء في مدينة جدة، بالمملكة العربية السعودية. وحين يكتمل بناؤه، سيكون أعلى بناية على سطح الأرض، متجاوزًا بما يقارب المائتي متر عن البرج المتوج حاليًا، أي برج خليفة (٨٢٨م). إن <ناطحة السحاب> الجديدة هذه التي غُيّر اسمُها مؤخرًا إلى برج جدة (انظر الإضاءة ص ٦٠-٦١) عندما تكتمل، ستشتمل على أقسام عدة، يضمّ مقرّات سكنية، ومكاتب، ومحلات تجارية. وسيمتدّ هذا المجمّع على مساحة قدرها ٥,٣ كلم٢، وهو ما يعادل إجمالاً مساحة إحدى دوائر باريس أو ليون! في الوقت الحالي، البرج وحده بصدد البناء، وما زالت المنطقة المحيطة به قاحلة. ذلك أن هذه الأعمال العظيمة لها تكلفة: فتشييد برج المملكة وحسب سيكلّف ما يقارب مليار يورو (مايعادل ٤ مليار ريال سعودي)، أي ثلاث مرات تكلفة بناء ملعب فرنسا! ولحسن الحظ أن راعي المشروع، وهو الأمير الوليد، وهو رجل أعمال معروف، وعضو من أعضاء الأسرة المالكة في السعودية، لا تنقصه الإمكانات. ومع ذلك، فينبغي أن نتحلى بالصبر إلى سنة ٢٠٢٠م لرؤية البرج مكتملا. عندها، سيغدو برج المملكة رمزًا لجدة، إذ يشرف على المدينة من علو، موفرًا مشهدًا بديعًا للبحر الأحمر، الذي يبعدُ عنه حوالي مائة متر. وقمة الترف فيه: شرفة خارجية واسعة تسمح بأخذ الهواء من ارتفاع يقدر بـ٦٠٠م، وهو رقم قياسي آخر يسجله هذا البرج الاستثنائي.

رقم قياسي يُخشَى عليه بَعدُ من المنافسة

ومع ذلك، فليس من المؤكد أن برج الأمير الوليد سيحافظ على تفوقه لفترة طويلة. وتاريخ ناطحات السحاب يشهد على صحة ذلك: فإن ظل مبنى الولاية الإمبراطوري (إمباير ستايت) بنيويورك أعلى مبنى في العالم لمدة ٤١ عامًا، فإن برجي بيتروناس بكوالالامبور لم يحتفظا بهذا اللقب إلا سبع سنوات، في حين حافظ مبنى تايبيه١٠١ في جزيرة تايوان الصينية على لقبه ست سنوات وحسب! علينا أن نقول إنه منذ تشييد ناطحات السحاب الأولى سنة ١٨٨٠م في شيكاجو ونيويورك، لم ينفك المهندسون والمعماريون يطمحون إلى المزيد، للوصول إلى مستويات من الارتفاع أعلى فأعلى. وقد اقتضى ذلك تطويرَ طرق مبتكرة في البناء، وإعداد مواد تجمع بين الخفة والصلابة، قادرة على تحمل ثقل مئات الطوابق. فهل ترانا اليوم نلامس حدود الممكن مع برج المملكة؟ أم إن يومًا ما سيأتي نشهد فيه أبراجًا ترتفع إلى علوّ كيلومترين؟ إذا أردت أن تعرف، فتعال معي لنتعرّف على القمم في الصفحات التالية. والإصابة بالدوار مضمونة!

بناء برج طوله كيلومتر واحد

إن بناء ناطحة سحاب هو دائمًا تَحَدٍّ بالنسبة إلى المعماريين والمهندسين. ولا يُستثنَى من ذلك برجُ المملكة بارتفاعه البالغ كيلومترا. فكل المشاكل القديمة للأبراج البالغة الارتفاع موجودة فيه بصورة مضخمة، ابتداء بالرياح، التي يمكن أن تهبّ بقوة شديدة في الأعالي. ولكنّ البرجَ، أيَّ برج، ينبغي أن يكون قادرًا على التمايل قليلا لـ«يتحمل» قوة العواصف دون أن يواجه خطر الانهيار. ولكنه إن تأرجح كثيرًا، فإن ساكنيه سيشعرون بدوار البحر! ذلك هو السبب الذي جعل عددًا من النماذج المصغرة لبرج المملكة تُجرَّب أمام نظام من المنافخ[٣] لاختباره، وحتى يمكن للمهندسين أن يضعوا اللمسات الأخيرة على شكل البرج وأن يضمنوا له أقصى درجة من الاستقرار. سيكون هذا البرج شبيها بحامل ثلاثي: يَعتمد على ساق رفيعة جدًا (هي مركز البرج) تحيط بها أجنحة ثلاثة (هي الأقسام المعدّة للسكن). وقد احتاج البحث إلى ما لا يقل عن أربع سنوات لإنجاز خطة المشروع. أما أعمال البناء فقد بدأت، وستستغرق خمس سنوات.



الردم

بعد أن تم تمهيد الأرض وتسويتها، يمكننا أن نصب اللبشة[٤] المسلحة، والخرسانة الضخمة التي ستتحمل جدران برج المملكة. وهذه اللبشة ستوزع وزن البناية على كامل المساحة (انظر الإطار: اللبشة). ولكنها لا يمكن أن تقام في مستوى الأرض. ذلك، أنه بسبب الكتلة الضخمة لناطحة السحاب –وهي تعادل تقريبًا مليون طن– فإن الأرض الرملية يمكن أن تنخسف وتَقلبَ الخرسانة. ولو حصل ذلك لأصبح برجُ المملكة شبيهًا ببرج بيزا المائل! وتجنبًا لمصيبة من هذا القبيل، فإن اللبشة تستند إلى قواعد، ليست قطعًا خشبية، وإنما هي أنابيب من الخرسانة المسلحة (أي خرسانة مقوَّاة بدعامة فولاذية)، مزروعة في ثرى الصحراء. وينبغي أن تنغرز عميقًا إلى أن تبلغ طبقة جيولوجية صلبة، وتتخذ منها مرتكزًا. ولغرس تلك الأنابيب، تُستخدَم حفّارة تصنع ثقوبًا يبلغ عرضها ١,٥م. وحين توضع الدعامة الفولاذية في مكانها من الثقب، يُصَبُّ عليها الخرسانة. وبذلك، فإن برج المملكة يستند على ٢٧٠ قاعدة. أما قاعدة المركز فيبلغ عمقها ١٠٥م، وهي منطقة يكون الصخر فيها شديد الصلابة. وبهذا فإنها تمنع اللبشة من أن تنحني في وسطها تحت مئات الآلاف من أطنان البرج. أما القواعد الأخرى فلا يبلغ عمقها إلا ٤٥م، في ثرى أسهل تفتتًا شيئًا ما، ولكن صلابته كافية لتحمّل الأجنحة.

اللبشة

وبعد الانتهاء من الأساسات، يتعين علينا أن نَصُبَّ اللبشة على مساحة ٣٧٥٠م² (إجمالاً، نصف مساحة ملعب كرة قدم). ولكن يستحيل أن تُنجَز هذه العملية دفعة واحدة، إذ يتطلب الأمر توفر كميات كبيرة من الخرسانة في وقت واحد. وإلى ذلك، فإن اللبشة ينبغي أن تقسَّم، لأن سمك الخرسانة ليس واحدًا على كامل المساحة. لماذا؟ لأن للمهندسين هدفين حينما يبنون برجًا: أولهما استخدام أقل ما يمكن من المواد للحد من التكلفة؛ وثانيهما تخفيف الهيكل حيثما وجدوا إلى ذلك سبيلا، لأنه كلما ثقل البرج، ازدادت الحاجة إلى قواعد أكثر لدعمه. وبهذا يكون سمك اللبشة ٥م في الأماكن الاستراتيجية (خصوصًا في المواضع التي تستند إليها المركز وجدران الأجنحة)، و٤,٥م في الأماكن الأخرى. ولذلك فإن اللبشة تُصَبُّ منطقةً فمنطقةً.

اللبشة
المنطقة المركزية
جدران الجناح

MICHEL SAEMANN POUR SVJ

إعلاء البرج

نبدأ بالمنطقة المركزية الثلاثية الشكل. فهي كلها بالخرسانة، التي تُصَبُّ في قالب بارتفاع طابق (٤م). يضع فيه العمال بادئ ذي بدء حديد بناء الخرسانة المسلحة. وحين تُصبّ الخرسانة تجفُّ بعد أيام. وبعد ذلك، يُنزَع القالب ليكشف عن الجدار الحديث البناء. وماذا بعد؟ تعاد الكَرَّة: يُرفع القالب إلى الطابق التالي بفضل نظام من السكك (يسمى القالب «الذاتي التسلق»). وفي الأثناء، تُصبّ الجدران الرئيسة للأجنحة بالطريقة نفسها. وهذا التفاوت بما يقارب عشر طوابق بين تركيب المركز وتركيب الأجنحة، يسمح لمختلف مكونات بنية الخرسانة بأن تندمج بعضها في بعض، مما يضمن صلابتها. انتبهوا، فنحن نتحدث هنا عن الخرسانة عالية الأداء: أي القادرة على أن تظل سائلة مدة كافية حتى يُدفَع بها إلى أعالي البرج، ثم تجفُّ بسرعة، كما أنها تتحمل ضغطًا شديدًا جدًا، يصل إلى أربع مرات ضغط الخرسانة العادية!

الرافعة

مضخة الخرسانة

الجناح

القالب ذاتي التسلق

صورة من موقع البناء أُخِذت في شهر سبتمبر الماضي.

JEDDAH ECONOMIC COMPANY

رافعة لتركيب القمة الفولاذية

شرفة

بداية المخزن

المخزن والقمة

يُقذَف بخرسانة البرج إلى أعلى بواسطة مضخات قوية. المشكلة، أنه من المستحيل أن تُدفع الخرسانة إلى ارتفاع يتجاوز ٧٠٠م، وهي مسافة طويلة. ولهذا السبب، بدرت لمهندسي برج المملكة فكرة استخدام الشرفة المقرَّر إنشاؤها على ارتفاع ٦٣٨م لتركيز >مضخة هواء< إضافية. وستُمكِّن المضخاتُ من دفع الخرسانة حتى قمة الهيكل. كما ستركَّز على هذه الشرفة رافعةً تَنقُل الموادَّ اللازمة لبناء المخزن، أي القسم الموجود فوق الطوابق المعدة للسكن، في النقطة التي تنصهر فيها الأجنحة الثلاثة. وهذا المخزن بمفرده يبلغ ارتفاعه ٢٠٠م! أما مختلف القطع الفولاذية، التي يثبَّت بعضُها إلى بعض ويَتمُّ لَحمُها، ومنها تتولد القمة النهائية لناطحة السحاب، فإنها ستُنقَل إلى أعلى بواسطة رافعة أخرى مركَّزة في مكان صغير مجهَّز في المخزن. وحتى بعد أن يتم إنشاء ذلك السهم المتجه بخيلاء إلى السماء، فإنه لا يمكن أن يقال إن برج المملكة قد اكتمل. بل ستبقى الطوابق التي يتعين إعدادها: أرضيات، بلاطات، الخرسانة الجاهزة، التكسية الخارجية الزجاجية، السباكة، الكهرباء والمصاعد التي يتعين إدماجها في المنطقة المركزية. دون أن ننسى كل التجهيزات الداخلية الفاخرة إلى حد ما. وإذا سار كل شيء على ما يرام، فإن برج المملكة يمكن أن يكون جاهزًا في نهاية سنة ٢٠١٨م.

MICHEL SAEMANN POUR SVJ

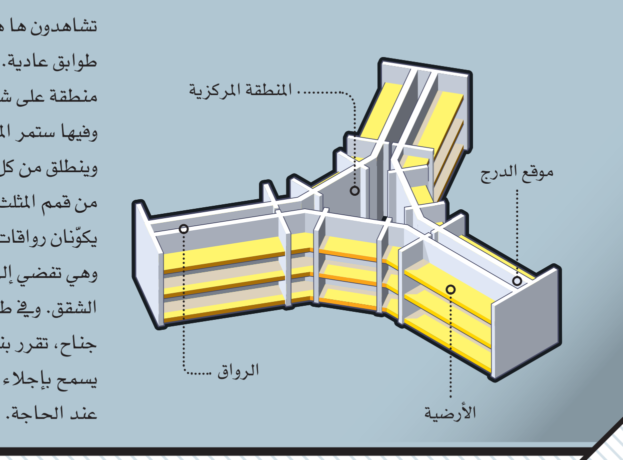
إضاءة

مضخة الهواء

هي أداة لحبس غاز (هو في الغالب الهواء) تحت ضغط قوي. وهذا الغاز المضغوط يمكنه أن يشغِّلَ مكبَسَ مضخّة، ويَدفَعَ بسوائل (كالماء أو الخرسانة السائلة، وغيرهما).

مقْطع لثلاث طوابق

تشاهدون ها هنا ثلاثة طوابق عادية. في الوسط منطقة على شكل مثلث وفيها ستمر المصاعد. وينطلق من كل قمة من قمم المثلث جداران يكوّنان رواقات كل طابق. وهي تفضي إلى مختلف الشقق. وفي طرف كل جناح، تقرر بناء درج يسمح بإجلاء السكان عند الحاجة.



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

الحياة في برج عملاق

حين يكتمل بناء برج المملكة، ستكون لديه طاقة قصوى على استقبال ٥٠٠٠ نسمة! أي ما يعادل سكان مدينة مثل كانكال (في مقاطعة إيل إي فيلان في فرنسا). ولذلك فإن الواجب يقضي بأن نوفر لسكان ناطحة السحاب هذه وسائل الراحة الضرورية ليتنقلوا ويعيشوا فيها. وعلى هذا النحو، فإن برج المملكة سيضع تحت تصرف المقيمين فيه مئات آلاف الشقق، ومصاعد سريعة، ومواقف للسيارات طبعا، إضافة إلى ملاجئ مؤمنة بدرجة عالية، إن احترقت هذه المدينة العمودية، لا قدّر الله.

الشرفة

كانت الشرفة، التي يمكن مشاهدتها من مطعم القمة، معدَّة أول الأمر لاستقبال المروحيات. وهي متصلة بـ«جناح كبار الشخصيات»، وهي شقة واسعة تضم قاعات استقبال وعددًا كبيرًا من الغرف، معَدَّة للإيجار لأصحاب الثروات الطائلة. ولكن بعض ملّاحي المروحيات سرعان ما شككوا في إمكانية الهبوط على تلك الشرفة. فعلى ارتفاع ٦٣٨م، تهبُّ الرياح أحيانًا بسرعة تفوق ١٥٠ كلم في الساعة! وهو ما يمكن أن يلقي بتلك المروحيات فتتحطم على الواجهة في حال قيام عصف عنيف... ولهذا السبب أصبح مهبط المروحيات نقطة جذب سياحية. إذ بإمكاننا الاستمتاعُ بتلك الشرفة الرائعة من الداخل، من خلال النوافذ الزجاجية، أو القيام بجولة في الخارج... دون أن نخشى أن يطيّرنا الهواء، لأن الشرفة ستكون محمية بحواجز شفافة.



MICHEL SAEMANN POUR SVJ

طوابق ملاجئ

إن أكبر خطر يهدد ناطحة السحاب، هو النار. ولذلك فقد تمّ تصوُّر كل شيء لتسهيل الإجلاء السريع لبرج المملكة في حال اندلاع حريق فيه. ومن ثم، فقد جُعِل في طرف كل جناح، دَرَجٌ خلف جدران من الخرسانة سُمْكها متر واحد. المشكلة هي أنه عندما يسكن الإنسان في الطابق ١٤٠، فهل بإمكانه حقًا أن ينزل على قدميه ودفعة واحدة إلى الأرض التي تقع تحته بمسافة تقدر بـ٥٦٠م؟ إن هذا العمل يكاد يكون مستحيلاً دون أن يعمد إلى التوقف مرات. وبناء على ذلك، استجاب المهندسون والمعماريون العاملون في برج المملكة لشروط البناء المحليّة التي تقضي بإنجاز «طابق ملجأ» لكل عشرين طابقًا سكنيًا، وهو حد مقبول بالنسبة إلى شخص يتمتع بصحة جيدة قبل أن يتعين عليه أن يستريح. ولهذه الملاجئ فائدتان. أولاهما، أنهما أحسن مقاومة للنار، لأن لهما بلاطات من الخرسانة أكثر سُمْكا. وثانيهما، أن ضغط الهواء فيها أقوى لمنع الدخان من الدخول فيها وخنق اللاجئين إليها. ولو حصل أن شب حريق في الطوابق، فإن مطافئ آلية، مزوَّدة بخزانات مياه مثبتة في البرج، عُهِد إليها بإطفاء اللهب، أو على الأقل بالحيلولة دون انتشاره قبل وصول رجال الإطفاء. وعلى سكان برج المملكة أن يلتزموا بالتعليمات القاضية بالتجمع في الطوابق الملاجئ حيث ستأتي مصاعد لاستقبالهم.

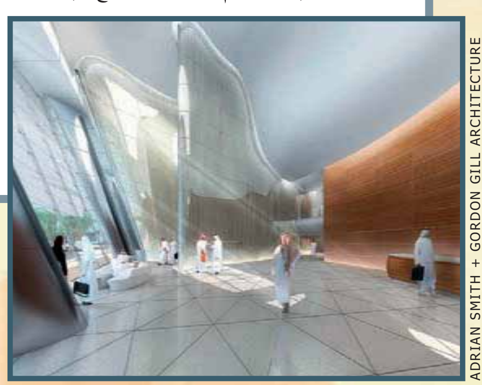


تُوفِّر الشققُ الفاخرة مشهدًا فريدًا للمدينة.

MICHEL SAEMANN POUR SVJ

بهو الاستقبال

يدخل الزائر البرج من بهو هائل. وتحت الزجاج الذي يترك منفذًا لأشعة الشمس، يتمشى عدد من الزوار بين المتاجر الفاخرة في المبنى الدائري الرئيس، بينما يقصد آخرون مكاتب الشركات الكثيرة التي تشغل سبع طوابق من البرج، وفي الوقت نفسه يستمتع زبائن الفندق بمؤسسة للرعاية الطبية وللعلاج بالمياه، أو بقاعة الرياضة البدنية. ولكن بالنسبة إلى القسم الأكبر من السواح، فإن عنصر الجذب الرئيس هو أن يمتطوا المصعد السريع للذهاب إلى المستوى الأخير واكتشاف المشهد العام للبحر الأحمر انطلاقًا من الشرفة (انظر الإطار «المصاعد»).



ADRIAN SMITH + GORDON GILL ARCHITECTURE

المواقف والأدوار السفلية

خُصِّص دوران سفليّان للمواقف (يتسعان لأكثر من ٢٠٠٠ سيارة). ولكننا نجد في هذه الأدوار أيضًا المنافذ الرئيسة للكهرباء، والغاز، والماء، وكذلك مولدات الكهرباء وقنوات صرف المياه. والبرج بأكمله مزوَّد بهذه الآليات بفضل المنطقة المركزية، وهي قناة ضخمة تفضي إلى «أدوار تقنية». وهذه الطوابق، التي يوجد طابق منها في كل ثلاثين دورًا، لا تؤوي أي مقيم، وإنما هي توزع الأسلاك الكهربائية وقنوات المياه وأنظمة التهوية والتكييف إلى الأدوار المأهولة الأقرب منها. وإلى ذلك، فهي تحوي مضخات تتولى دفع الماء إلى الأدوار العلوية.

MICHEL SAEMANN POUR SVJ

المصاعد

يتوفر في البرج ٥٨ مصعدًا، منها اثنان «خارقا السرعة» (بالأزرق) مزوَّدان بجسر مزدوج، أي أن كلا منهما يفضي إلى طابقين في وقت واحد! وهذا يسمح بإركاب ضِعف الناس مع المحافظة، على المساحة نفسها التي تشغلها مقصورة واحدة، وهذان المصعدان يُطلعان الركاب ويُنزلانهم بسرعة ١٠م في الثانية على مسافة تقدر بـ٦٠٠م. وإذا أخذنا في الاعتبار أوقات التسارع والتباطؤ، تبيّنّا أن المصعدين بحاجة إلى ما يقارب دقيقتين للوصول من الطابق الأرضي إلى الطابق ١٥٩، وهو آخر الطوابق المسكونة. وتنقسم بقية المصاعد إلى ثلاثة أصناف: أولها المصاعد الكبيرة (بالأحمر) التي تتوقف في كل طابق: فيفضي قسم منها إلى الطوابق الستين الأولى، وينوب عنها قسم آخر إلى الطابق ١٥٩. ونجد بعد ذلك المصاعد السريعة (بالبرتقالي) التي تتوقف في كل ٢٠ طابقًا في الأقسام الدنيا والوسطى والعليا من البرج. وأخيرًا، نجد «المصاعد الكبيرة السريعة» التي تنطلق من الردهة ولا تتوقف إلا في الطابق العاشر أو العشرين، قبل أن تواصل بوصفها مصاعد كبيرة. ولهذه المصاعد خصوصية: هي أنها تحدّ من استهلاك الطاقة باستخدام النزول لتوليد الكهرباء، على نحو ما يفعله دينامو الدراجة. وإضافة إلى ذلك، فإن هذه المصاعد، تحدد تحركاتها بالتكيف مع عادات سكان البرج. ففي الصباح، حين يقصد عدد كبير من المقيمين أعمالهم، تبقى المصاعد قرب الطوابق السكنية بدل أن تنتظر في الطابق الأرضي. وأخيرًا، فلا توجد «أزرار» لهذه المصاعد. بل إن لوحة رقمية، خارج المصعد، تسمح للمستخدم بأن ينقر على الطابق الذي ينوي الذهاب إليه. فتبيِّن له الشاشةُ المصعد الذي يجب عليه أن يتجه إليه، والوقت المتوقع لوصوله.

مصاعد خارقة السرعة

محطة المصعد الخارق السرعة

المصاعد السريعة

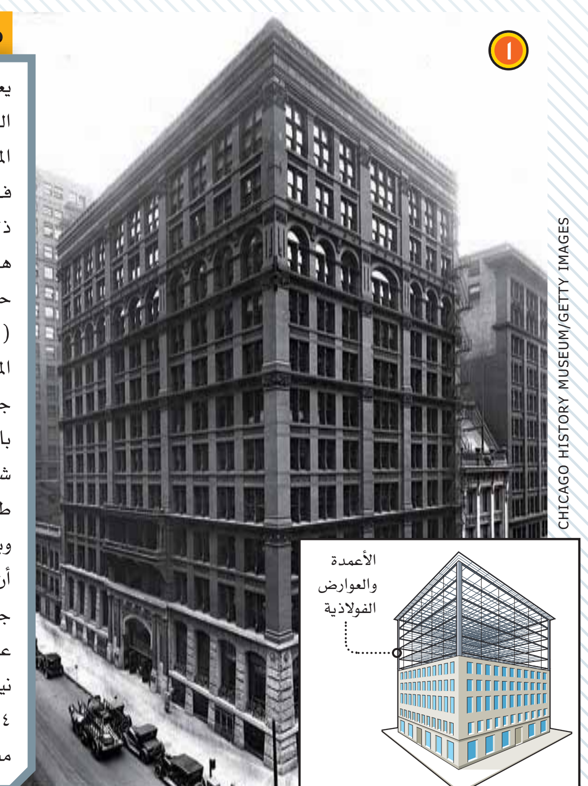
المصاعد الكبيرة

المصاعد الكبيرة السريعة

STÉPHANE HUNGERS POUR SVJ

التاريخ المختصر لناطحات السحاب

إن برج المملكة هو المولود الأخير في أسرة <**ناطحات السحاب**< التي يعود تاريخها إلى نهاية القرن ١٩ الميلادي، في شيكاجو بالولايات المتحدة الأمريكية. كانت المدينة في ذلك الوقت مركز أعمال كبير ارتفعت فيه الإيجارات ارتفاعًا مبالغًا. وبما أن البنايات في شيكاجو كانت تتألف من بضع طوابق، فإن المدينة تمددت كثيرًا، وصارت تواجه صعوبات جمة في إيواء كل ساكنيها. ولكن بعد الحريق الذي أدى إلى تدميرها سنة ١٨٧١م، انتهز المهندسون ومخططو المدن الفرصة لتشييد مدينة جديدة لا تقل عماراتها عن خمسة طوابق. وقد سمح لهم بذلك اختراعان. أولهما الاستعاضة عن الجدران الحاملة بدعامة فولاذية. ففي السابق، كانت كل حمولات المباني الشاهقة الحمولة العمودية -أي وزن المبنى-، والحمولات الأفقية الناتجة عن الريح وعن الهزات الأرضية، تتحملها الواجهات الحجرية والجدرانُ الحاملة. وكلما ازدادت الرغبة في الصعود إلى أعلى، اُحتيج إلى جدران أكثر سُمْكا: ومن ثمة، كان من المستحيل أن نزيد في ارتفاع العمارة خشية أن تغوص في الأرض أو تنهار تحت وزنها! ولكن، في سنة ١٨٧٠م ازدهرت صناعة الفولاذ في الولايات المتحدة. فأصبح في متناول أيدي المهندسين معدن صلب وخفيف يمكن أن يحلَّ محل الحجارة. والاختراع الثاني الحاسم هو المصعد. ولولا إليشا أوتيس (Elisha Otis)، الذي اخترعه، لكان إقناع الناس بالعيش أو السكن في عمارات يحتاجون فيها إلى تسلق عشرة طوابق يوميًا، أو قطعها على الأقدام، أمرًا بالغ الصعوبة! وبداية من ذلك الوقت صار بالإمكان أن ينطلق السباق نحو الأعالي...



مبنى بيت التأمين

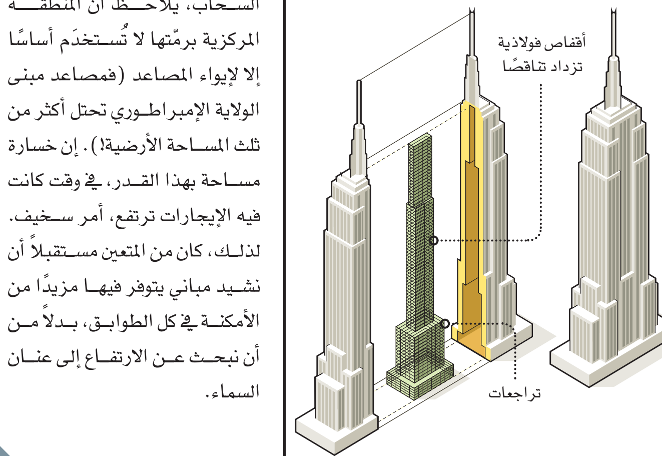
يعتبر مبنى بيت التأمين «Home Insurance Building» الذي شُيِّد بين سنتي ١٨٨٤ و١٨٨٥م بشيكاجو بالولايات المتحدة الأمريكية أول ناطحة سحاب في التاريخ. ومع ذلك، فإن ارتفاعها البالغ ٤٢م لم يكن له أي سمة استثنائية في ذلك العصر. وفي الواقع، فإنه حصل على هذا اللقب بفضل هيكله. ذلك أن وزن البناية بدل أن يستند على جدران حاملة فإنه اعتمد على دعامة من «أعمدة-عوارض» فولاذية (انظر الرسم داخل الصورة على اليمين)، على شاكلة لعبة الميكانو التركيبية. وعلى تلك الدعامة، وضع المهندس ويليام جيني (William Jenney) أرضيات الطوابق وبنى الجدران بالطوب الأحمر. وبما أن تلك الواجهات المبنية لم تَعُدْ تحمل شيئا، صار من الممكن أن تُدرَج فيها نوافذُ كبيرة تنير كلَّ طابق. والنتيجة: أن وزن العمارة نقص إلى حدّ الثلث! وبإمكاننا اليوم أن نبني أعلى دون أن نخشى على العمارة أن تُخسَف بها الأرض. وبفضل الهيكل الفولاذي الذي طوره جيني، دخلت المدن الأمريكية في صراع من أجل الحصول على أكبر ناطحة سحاب. وكان الفوز دائمًا تقريبًا من نصيب نيويورك. ومنذ سنة ١٨٩٠م بلغ ارتفاع مبنى نيويورك العالمي ٩٤م؛ وفي سنة ١٩٠٩م بلغ برج ميت لايف ٢١٣م، ثم أسر مبنى كريسلر ألباب أهل نيويورك بارتفاعه البالغ ٣٢٠م!



مبنى الولاية الإمبراطوري

CEDRIC WEBER/SHUTTERSTOCK

في سنة ١٩٣٠م، صار الفولاذ أكثر مقاومة مما كان عليه سنة ١٨٨٤م. وفي تلك الفترة بالذات تم الشروع في تشييد مبنى الولاية الإمبراطوري (٣٨١م) «Empire State Building»، وهو أعلى مبنى في العالم من سنة ١٩٣١م إلى سنة ١٩٧٢م. ولكي يتمكن المهندس ويليام لامب «William Lamb» من بلوغ هذا الارتفاع المدهش لجأ إلى حيلة: فناطحة سحابه مبنية على غرار مبنى بيت التأمين، ولكن الأقفاص الفولاذية التي تسند البناية كان طولها يتناقص كلما زدنا ارتفاعًا (انظر الرسم أدناه). ويسمح هذا التناقص في الطول في الطوابق ٦ و٢٥ و٧٢ و٨١ بتثبيت البناية. ومع مبنى الولاية الإمبراطوري، بلغ الإنسان أقصى ارتفاع ممكن في ذلك العصر. ومهما يكن من أمر، فإن السباق على الضخامة توقف لأن الأزمة الاقتصادية سنة ١٩٢٩م قطعت القروض الممنوحة لتلك المشاريع الضخمة. ثم إنه توجد مساحات كثيرة غير مستغلة في تلك العمارات. وفعلا، ففي ناطحات السحاب، يلاحظ أنّ المنطقة المركزية برمّتها لا تُستخدَم أساسًا إلا لإيواء المصاعد (فمصاعد مبنى الولاية الإمبراطوري تحتل أكثر من ثلث المساحة الأرضية!). إن خسارة مساحة بهذا القدر، في وقت كانت فيه الإيجارات ترتفع، أمر سخيف. لذلك، كان من المتعين مستقبلاً أن نشيد مباني يتوفر فيها مزيدًا من الأمكنة في كل الطوابق، بدلاً من أن نبحث عن الارتفاع إلى عنان السماء.



INFOGRAPHIES : STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ



إضاءة

جاءت كلمة **ناطحة السحاب** من الكلمة الإنجليزية skyscraper، وهو مصطلح مشتق من البحرية التي تقصد به الشراع الصغير المثلث في قمة الساري. وقد استخدم أول مرة سنة ١٨٨٨م، في الصحافة، لوصف المباني الجديدة في شيكاجو ونيويورك.

SHUTTERSTOCK

٣ مبنى سيغرام

وبداية من ذلك الوقت لم تعد الضخامة هي التي تهم، بل الفضاء الذي يمكن تهيئته وراحة السكان. إن أسلوب «فن العمارة» (Art deco) الذي بلغ أوجه مع مبنى الولاية الإمبراطوري (Empire State Building)، أخذ في التضاؤل في السنوات ١٩٣٠م، ثم حل محله أسلوب «العالمي» (International). وكان رائده لودفيج ميز فان دير روه (Ludwig Mies van der Rohe)، برواية بسيطة هي «الأقل هو الأكثر». وخلاصتها، أنه «كلما نقصت المواد، كان أفضل». كانت رغبة هذا المهندس هي التخلص من الجدران المبنية وتعويضها بنوافذ زجاجية كبيرة مشدودة مباشرة إلى الهيكل المعدني للمبنى. وهو ما أنجزه في مبنى سيغرام (١٩٥٨م) «Seagram Building». ولا يبلغ ارتفاع ناطحة السحاب هذه إلا ١٥٧م، ولكن واجهتها كلها مكسوة بنوافذ مثبتة على دعامات من البرونز. وهو ما يُطلَق عليه اسم «الجدار الستارة» (انظر الرسم أدناه) وهو يوفر ميزتين. أولاهما، أنه يترك النور يدخل المبنى من كل النواحي. وهذا أكثر إمتاعًا (وأكثر توفيرًا) من المصابيح الكهربائية. وثانيهما، أنه يخفف المبنى: فالنوافذ أخف بكثير من جدار مبني بالطوب الأحمر! المشكلة الوحيدة، هي أن هذه العمارات الخفيفة أشد تأثرًا بالريح. ذلك، أننا إذا تجاوزنا الطابق الستين، صارت تيارات الهواء شديدة العنف، بدرجة قادرة على وضع ناطحات السحاب هذه في خطر. علينا أن ننتظر السنوات ١٩٧٠م و«البنية الأنبوبية»، للعثور على التقنية التي تسمح بالتسلق إلى مسافات أكثر ارتفاعًا (انظر الصفحات التالية).

مبنى سيغرام

نوافذ مثبتة على دعامات من البرونز

نوافذ مدرجة في الجدار المبني

مبنى الولاية الإمبراطوري

برج سيرز

④

يعـود الفضـل في القفـزة الجديـدة التـي أخذتهـا ناطحـات السـحاب في السـنوات ١٩٧٠م إلى المهندس فضـل الرحمن خان «Fazlur Khan». فإلى ذلك الوقت كان المبنـى يعتمـد، لتحمل وزنه وعصـف الرياح، على اسـتخدام منطقـة مركزيـة من الخرسـانة، لضـمان الاستقرار العام للبناية بتحويل طاقة هاتين القوتين إلى الأرض. وهو ما يسمى «الهيكل المقوِّم». ولكن الخرسانة ثقيلـة جـدًا وتحتل مكانًا (يصـل إلى ثلث المسـاحة!). وهذه سـخافة، لأن ما نغنمه مكانًا في الارتفاع، نخسره مساحة بسبب العمود المركزي من الخرسانة. من هنا، بـدرت لفضـل الرحمن خـان فكرة: هي إلغـاءُ المنطقة المركزيـة، وجعـلُ وزن البنايـة محمـولا بالدعامـات الفولاذيـة التي تشـكل حزامـا. وهو ما يسـمَّى الهيكل الأنبوبي، لأنه منظور إليه من فوق، يشـبه أنبوبًا فارغًا. ولكـن هذا يولد مشـكلة أخرى: فبما أنـه لم تَعُدْ توجد منطقـة لامتصـاص طاقة الريـح، فإن البناية تصـبح مرنـة جـدًا، أي إنها تنحني كالقصبـة في مهب الريح. وإذا أفرطنـا في الارتفاع، فإنه يُخشَـى على العمارة أن تتمايل إلى حد الانكسـار. وقد وجد فضل الرحمن خان الحل في برج سـيرز «Sears Tower» (الذي غُيِّر اسـمُه إلى بـرج ويليس «Willis Tower» سـنة ٢٠٠٩م). فقد تصـور تسعة أبراج متوازية السـطوح ذات هيكل لولبي طـول ضـلعه ٢٣م متلاصـقـة (انظـر الرسـم على اليسـار). فـإذا «دَفَعَت» الريـحُ أحدَ الأبـراج، فإنـه لا يتمايل، بل ينقل طاقته إلى المبنى التالي الذي يعمل عمل المركز. وبهذه الصورة، فإن كل بـرج من الأبراج يسـهم في الهيكل المقوِّم. وبفضـل هذا الحل، حطَّم برج سـيرز الرقم القياسـي لمبنـى الولاية الإمبراطوري ببلوغه ٤٤٢م.



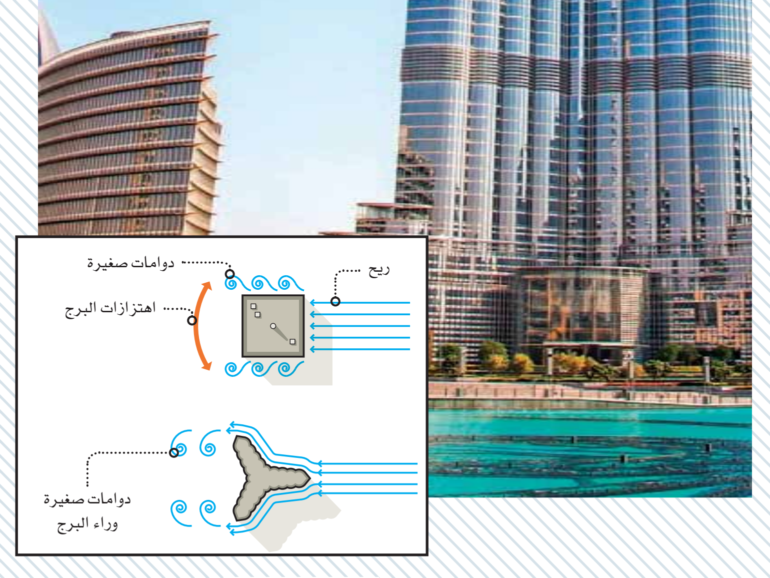
CAROL M. HIGHSMITH/LIBRARY OF CONGRESS

برج خليفة

⑤

إن بـرج خليفـة بدبي (الإمـارات العربيـة المتحدة) الذي تم تدشـينه سـنة ٢٠١٠م أكـثر ارتفاعًا من برج سـيرز بمرتـين: إذ يبلـغ ارتفاعـه ٨٢٨ م! ولكنـه، مع ذلـك، يقوم معه على مبـدأ واحد. فهو يتكوّن من عدد مـن المباني يَعتمِد بعضُـه على بعض لتحسـين الهيكل المقـوّم. غير أن هذا لم يمنع المهندسـين من المحافظة علـى مركز من الخرسـانة المسـلحة. ذلـك أن تمرير كل «الأنابيـب» (من ماء، وكهرباء، ومصـاعد...) في قناة واحدة كبيرة، أسـهلُ استعمالا وأقلُّ كلفة. وزيادة على ذلك، فإن إسـمنت القرن ٢١ أشـدّ مقاومة. ففي الماضـي، كان يتحمـل ٢٥كيلو جرام/سـم٢، أما الآن، فهـو ينهض بـ١٠٠كيلو جرام/سـم٢. وبمـا أن العمود الفقري لناطحة السحاب أصبح أكثر صلابة، فإنه لم يعـد بحاجة إلى أسـاس عريض في القاعدة. مما أدى إلى ربح في المسـاحة. وقد كانت الصـعوبة التي وجب التغلـب عليها هنـا هي العثور على شـكل للمركز قادر علـى تحمل هبـوب الريح التي تفوق سـرعتها ٢٠٠كلم في السـاعة حـين نتجـاوز ٥٠٠م من الارتفـاع. ذلك، أن الريـح تكـوّن، على برج متوازي السـطوح، دوامات صـغيرة من كل الجهات (انظر الرسـم في الأسفل). ومـن شـأن هـذا أن يجعل البـرج يتمايـل. ولكن برج خليفة، باسـتداراته وبشكله الشـبيه بحرف Y، يوجّه الريـح، والدوامـات التـي تنشـأ إلى وراء البرج. مما يحدّ كثيرًا مـن الاهتزازات، والنتيجة: أن السـكن في الطوابـق العلوية غير مستحسـن البتـة، لأنه يُمكن أن يُشـعِر المـرءَ بدوار البحـر! وفعلا، فإن تلـك الطوابق مهجـورة، لأن المقيمـين يفضـلون الطوابـق الأقـربَ إلى سـطح الأرض، والتي يكون الوصـول إليها أسـرع بواسـطة المصـاعد... فالمؤكـد، حينئذ، أنـه لا يوجد تقنيًا مانـع من أن يبني الإنسـان، مسـتقبلا، أبراجًا أعلى. ولكن من سيرغب في العيش فيها؟

S-F/SHUTTERSTOCK

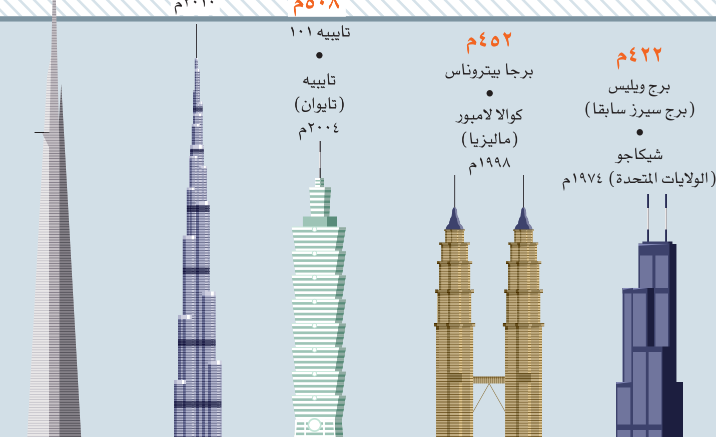


وفي فرنسا؟

إن إنشاء عمارات شديدة الارتفاع لم يشهد قط انتعاشًا حقيقيًا في فرنسا. واليوم، أكثر ناطحات السحاب ارتفاعًا هي برج فرست (First) بحي الديفانس بباريس، ويبلغ ارتفاعها الإجمالي ٢٣١م. ويأتي بعدها في الرتبة برج مونبارناس، الذي يبلغ طوله ٢١٠م. ونجد بعدهما برج أنستي (Incity) (٢٠٠م) بمدينة ليون، وبرج ماجونقا (Majunga) (١٩٤م) بحي الديفانس. غير أن السكن في ناطحة سحاب يمكن أن يكون مبعث اكتئاب: وسببًا في الشعور بالدوار، وغير ذلك. ولهذا السبب يعمل المهندسون على جعل هذه الأماكن أكثر راحة للعيش. وبرج ماجونقا (انظر الصورة على اليسار)، لجون-بول فيقييه (Jean-Paul Viguier)، مثال جيد على ذلك. فبعض النوافذ فيه يمكن أن تُفتَح للتمتع بالهواء الخارجي المنعش. يبدو الأمر على غاية من السخافة، ولكنه ليس كذلك! فعلى ارتفاع ١٠٠م أو ٢٠٠م، يكون الضغط الخارجي أقلَّ من الضغط الداخلي للبرج. ومن ثم، فإن فتح نافذة يولِّد تيارَ هواء مرعبًا. وفي برج ماجونقا، أقيمت أمام النوافذ صفائحُ مخرَّمة، دَورُها أنْ تُوازن بهدوء بين الضغطين، وتَمنعَ الأوراقَ الموضوعة على المكتب من الطيران! وبفضل هذا النظام، يمكننا حتى أن نستنشق، في كل طابق، الروائح الصاعدة من أعشاب الحدائق المشذبة للتوّ... ▮

TAKUJI SHIMMURA

أبراج أكثر فأكثر ارتفاعًا





SOURCE : COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT

INFOGRAPHIES : STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

(١) TOUJOURS PLUS HAUT!, Science & Vie Junior 318, P 30-39
(٢) Romain Raffegeau
(٣) المنفخة هي نظام يهدف إلى إنتاج الريح بدرجات مختلفة من التهوية أو لاختبارات الانسيابية. (المترجم)
(٤) اللبشة هي دعامة من الخرسانة ترتكز عليها أعمدة جسر أو سواه. (المترجم)



ورزازات (المغرب)

مفاعل شمسي عملاق يقام في قلب الصحراء[1]

انتهت منذ مدة قصيرة أعمال بناء مفاعل «نور» الشمسي، وهو أحد أربعة مفاعلات. وتمتد مراياه التي يبلغ عددها ٥٠٠,٠٠٠ مرآة على مساحة تقدر بـ٤٨٠ هكتارًا في الصحراء المغربية على أطراف ورزازات. وكل مرآة، لها شكل القطع المكافئ، ويبلغ ارتفاعها ١٢مترًا، حيث تقوم بتركيز أشعة الشمس وتُوجِّهها إلى أنبوب يحوي زيتًا اصطناعيا. وبهذه الطريقة ترتفع حرارة الزيت إلى أكثر من ٣٠٠ درجة مئوية، فتُسخِّن ماء الخزان، يتحوّل بذلك إلى بخار، والذي بدوره يحرك التوربينات لتوليد الكهرباء.

وفي الليل، يتولى خزانان مملوءان بأملاح منصهرة ادخارَ الحرارة، موفِّرَيْن بذلك ثلاث ساعات من إنتاج الكهرباء. وينتج نورا ما يقدر بـ ١٦٠ ميجاوات من الكهرباء. وعند إتمام المفاعلات الشمسية الثلاثة الأخرى، سيبلغ الإنتاج العام ٥٨٠ ميجاوات، وهي كمية كافية لتزويد مليون بيت بالطاقة الكهربائية. وقد أدلى رشيد بايد مدير المشروع، بتصريح لجريدة «الغارديان» البريطانية اليومية قال فيه: "إن التحدي الذي واجهناه كان الانتهاء من المشروع في الوقت المقرر له، مع مستوى الأداء الذي كنا بحاجة إليه".

وحين يدخل المفاعل في طور العمل بكامل طاقته، سيكون نورا أكبر مصنع «للطاقة الشمسية المركزة» في العالم. والمغرب لا يريد أن يتوقف عند هذا الحدّ، فالطاقة الشمسية ينبغي أن تمثل ثلث التزود بالطاقات المتجددة في سنة ٢٠٢٠م.

---

(١) **UNE CENTRALE SOLAIRE GÉANTE SE MONTE EN PLEIN DÉSERT, Science & Vie 1180, P 102-103**



٨ يعتبر مشروع نور ١، بمراياه التي يبلغ عددها ٥٠٠,٠٠٠ مرآة بشكل قطع مكافئ، تجسيدًا مسبقًا لأكبر مفاعل يعمل بتركيز أشعة الشمس في العالم.

ماذا يحدث لو توقفت الأرض عن الدوران؟[١]

لو توقفت الأرض عن الدوران لاكتشفتم كوكبنا في يوم جديد مختلف... سيكون، والحق يقال، يومًا طويلاً لأنه يمكن أن يستمر ستة أشهر! في ذلك العالم الذي يكون قد أصيب بالجنون، تكون وسيلتنا الوحيدة للبقاء على قيد الحياة أن نسافر إلى الأبد على طول سواحل القارة الوحيدة، فرارًا من الليل الجليدي أو من الشمس الحارقة.

بقلم: رينيه كوياربيه[٢]



وقبـل أن نكبح كوكبنــا بطريقة عجيبة، علينــا أن نجـد حلا لمشـكلة. فكل مــا يوجد على سـطح الأرض يدور معها، وبالتالي فإنه يندفع باتجاه الشرق بسرعة خارقة (تتراوح بـين ٦٠٠ كلـم/في الســاعة قـرب الدائـرة القطبيــة و١٦٧٥ كلم/في الســاعة عند خط الاسـتواء). فـإن أوقفتـم الأرض دون أن توقفــوا ما عليهــا، فـإن الهواء، على سـبيل المثال، سيواصـل اندفاعه. سـيتحول الهواء ريحا تفوق سرعتها سـرعة الصوت يعصف علـى كل المناطـق المأهولـة، وتصـيب أغلب المدن بصــفعة >جدار الصــوت< مدوية... وبعد هذا تأخذ المحيطات في لعبة القفز فوق القــارات (فالمحيط الهادي يخــترق أمريكا ليـدرك قاع المحيط الأطلســي... الذي رحل بدوره عبر أوروبا وإفريقيا)، وكل هذا يمسح الحياة مسحا. وهنا ينتهي هذا المقال: شكرا جزيــلا، وإلى اللقــاء أيتهــا الســيدات أيهــا الســادة! وإذا شـئنا أن نتسـلى قليــلا، فإنه يتعـين علينا أن نتصـور أننــا لا نوقف دوران الأرض وحسـب، ولكـن أيضــا دوران كل مــا عليهــا، بمــا في ذلـك الهــواء والمــاء، مفترضين، مثلا، أن التوقف سيتم تدريجيا. في هذه الحالة ستكون الكارثة أقل عنفا شيئا ما، وســتترك لنــا المجال لاستكشــاف عالم أصبح مجنونا تماما!

إضاءة

إذا ما تجاوز جسم ما سرعة الصوت في الغلاف الجوي (١٢٠٠ كلم في الساعة)، فإن الموجات الصوتية التي يصدرها تضغط الهواء أمامه إلى حد أنه يكوّن ما يشبه الحاجز: ذاك هو **جدار الصوت**. واختراقه يتسبب في «دوي» هائل إلى درجة أنه يهشم اللوحات الزجاجية.

MACIEJ FROLOW POUR SVJ

أيام ليس لها نهاية

يـوم تتوقف الأرض عن الـدوران حول نفسـها، تبـدو الشـمس وكأن حركتهـا قـد شُـلّت في السـماء. وفي الحقيقة فهي تواصل الحركـة (ولكـن ببـطء شـديد) مـع قيـام الأرض بالـدوران حولهـا مـرة في السـنة. من ذلك الوقت فصاعـدا، تشـرق الشـمس مـن الغرب، وتختـرق السـماءَ في يوم طويل مقداره سـتة أشـهر، ثـم تغيب في الشـرق، ليبدأ ليـل طويل طول النهـار (انظر الإطار في الأسـفل). أيُحتمـل أن يكـون الجو حارا بعض الشيء في هذا العالم الذي تشرق عليه الشـمس بلا توقف ستة أشـهر دون انقطاع، أليـس كذلـك؟ يمكننـا أن نحـاول القيـام بتقدير أولي بفضـل مبدأ فيزيائي اكتشـفه سـنة ١٨٧٩م العـالم النمسـاوي يوسـف اسـطفان «Joseph Stefan» مفهومـه أن كل جسـم حار يرسل «ضوءا» –وفي هذه الحالة، بالنسـبة إلى الأرض، فإنها ترسل خصوصا أشـعة فوق الحمراء– وتكون الطاقة المشـعة بهذه الطريقة متناسـبة مـع درجة الحرارة مـن الدرجـة الرابعة. وبهـذه الطريقة فمن السـهل أن نحسـب درجة الحرارة السـائدة عنـد الـزوال. وبمـا أن الأرض سـتكف عن الاحـتـرار حين تبلغ حدا مـن الاتّقاد يجعلها ترسـل نحو السـماء قدرا من الطاقة يعادل مـا ترسـله إليها الشـمس، فإننا سنحصـل على ١٢٠ درجـة مئوية عنـد خـط الاسـتواء.

عند الزوال، يمكن أن ترتفع درجة حرارة الزئبق إلى حد ١٢٠ درجة مئوية عند خط الاستواء

يـا اللهّ! وفي الليـل؟ حين تغوص الأرض في الظلام طيلة سـتة أشـهر، فإنهـا تلفظ الحـرارة التـي اختزنتها خلال النهـار الطويل، ولكـن في هـذه الحالة دون أن تأخذ شـيئا في المقابـل. عندها، تنخفض حرارتها إلى أن تصـل إلى ١٤٠ درجة مئوية تحت الصفر في آخر الليل...

كما يحدث على سطح القمر... بصورة أفضل

الأمـر ممتع! إن هـذه المقادير هي فعلا المقاديـر السـائدة علـى سـطح القمر حيث دورة النهـار والليل من النـوع الممتدّ (هي لا تستغرق سنة بالتأكيد، ولكنها تستغرق شهرا علـى كل حال). الفرق هو أن أرضنـا التي لا تـدور، تحتـوي، خلافـا للقمـر، على غلاف جـوّي ومحيطـات. وبفضـلها تكـون درجة الحـرارة أكثر اعتـدالاً بعض الشـيء: ليس فقط لأن السـحب تردّ إلى الفضاء جزءا من الطاقة التي تلقتها من الشمس، ولكن خاصة لأن الريـاح وتيـارات المحيطـات تسـتطيع أن تـوزع الحـرارة الباقية على كامل سـطح الكرة الأرضيـة (انظر الإطار في الصفحة المقابلة). يبقى أن نحسب هذا كله.

ولحسن الحظ، أن علماء الفلك يدرسون

ستة أشهر تحت الشمس



١) حين كانت الأرض تدور حول نفسـها (السـهم الأحمر)، كان هـذا الرجل الـذي ينظر باتجاه الشـرق، يرى الشمس تشرق من تلك الجهة كل ٢٤ ساعة.

٢) من الآن فصـاعـدا، صـارت دورة النهار والليل تستغرق سنة. وكلما تحرك كوكبنا على مداره، يقع القسـم المضـاء على الرجل الملاحـظ مـن خلـف. وبعبـارة أخـرى، فـإن الشـمس تطلع من الغرب. ولا تغرب (في الشـرق) إلا بعد ستة أشهر!.



منذ سـنتين أو ثلاث سـنوات إمكانية وجود حياة على كواكب تـدور حول نجمها مُظهرةً له دائما الوجهَ نفسـه. في هذه الحالة، نجد أنفسنا إزاء كوكب شبيه بكوكبنا، ولكن يكون النهار فيه سـرمديا في جهة، والليلُ سرمديا في الجهة الأخرى.

مـن حيث المبدأ، ينبغـي أن تكون الأمور علـى تلـك الكواكـب أسـوأ ممـا هـي عليه علـى أرضنـا المتوقفة، حيـث الليـل والنهار لا يسـتغرقان إلا سـتة أشـهر. ولكـن، ويـا للمفاجـأة، فـإن جُل نمـاذج علم الأرصـاد الجوية تشـير إلى أن متوسـط الحرارة على الوجـه المعرّض للشـمس لا يتجاوز ٤٠ درجة مئوية، في حين أنها تبقى في وسط الليل عند ٤٥ درجـة مئويـة تحت الصـفر، رغم غياب التناوب بـين الليل والنهار. إن الظروف على تلك الكواكب قاسية إلى حد ما، ولكن الحياة تظل ممكنة فيها.

هـل اطمأننتـم؟ لا تتحمسـوا. فتوقـف كوكبنـا عـن الـدوران سيتسـبب في ظاهرة أخـرى لا تُصـدَّق البتة ويمكن أن تُفسِـد كل شيء...

طقس معتدل؟

من جهة النهار الذي لا نهاية له، يسـخن الهواء، قريبا من خط الاسـتواء، عندمـا تكون الشـمس في موقع عمودي، ويصـعد إلى أعلـى الغطاء الجوي (١). أمـا الهـواء البـارد مـنْ جهة اللَّيـل (٢) فلأنـه أثقل، نجده ينتشـر على طول المسـاحة، ليحل محل الهواء السـاخن. في حين ينـزل الهواء السـاخن من جديـد على جهة الليـل ليحل محل الهواء البـارد (٣): وبهـذا تكتمـل الـدورة! إن امتـزاج الغطـاء الجـوي هـذا من شـأنه أن يوزع الحـرارة بين شـطري الكرة الأرضـية، ويحدّ من فوارق الحـرارة بين النهار والليل. لاحظوا أيضا أن الهواء عندمـا يمـر فـوق المحيطـات، فإنـه يتشـبع ببخار المـاء (٤). وحينمـا يرتفـع أكـثر، يـبرد، ويتكثف بخار المـاء في غيوم ماطرة (٥). وهـذه الغيـوم -التـي نسـميها السـحب المتوسـطة الارتفاع- تحمل أيضا عواصـف رعديـة قوية. ومـن هنا يقع إعصـار عمـلاق (٦)، نظريا عنـد خط الاسـتواء، عند اتخاذ الشمس موقعًا عموديًا (انظر الرسمة الدائرية في الأعلى).

قارَّة عظيمة واحدة

تندفع مياه المحيطات في اتجاه القطبين بسرعة تتجاوز ٤٠٠كلم في الساعة!

إن الأرض لفرط دورانها حول نفسها مليارات السنين، تكوّن شكلُها بفعل القوة الطاردة عن المركز (تلك القوة التي تجذبكم خارج السيارة حين تنعطفون). لذلك، لم يعد كوكبنا كُرَة، وإنما صار جسما كرويا مفلطحا، أو «بيضاويًا»: أعْرَضَ في خط الاستواء منه في القطبين. والأمر نفسه بالنسبة إلى الغلاف الجوي والمحيطات: فهي أيضا تمددت بفعل القوة الطاردة عن المركز، وتكوّنت قرب خط الاستواء منطقة يفوق ارتفاعها ٨ كلم عما هو عليه في القطبين. ولكن حين تتوقف الأرض، تختفي القوة الطاردة ويميل كوكبنا إلى استعادة الشكل الكروي...

مغمورة بموجة عملاقة

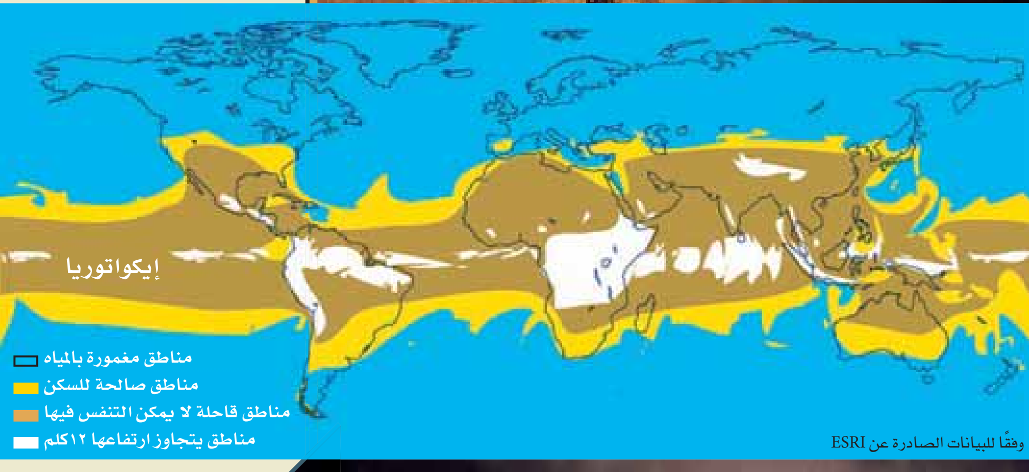
أما بالنسبة إلى الصخور، فإن العملية ستكون بطيئة جدًا. لن تقع إلا زيادة طفيفة من الزلازل في العالم كل عام، تشير إلى أن المنطقة الاستوائية الصخرية بدأت في الانهيار على نفسها، وأنها ماضية نحو الانهدام خلال المليار سنة القادمة. وفي المقابل فإن تحدُّب المحيطات سيتهاوى فورا: سيبدأ الماء في الانحسار نحو القطبين ويأخذ في ابتلاع البلدان المتوسطة! كم من الوقت سيستغرق هذا كله؟ ليس الأمر معقدا. فكل جسم يندفع بسرعة من منحدر يقدَّر فارق ارتفاعه بـ ٨ كلم، يصل في نهاية تَدَحْرُجِه إلى سرعة تبلغ ٤٠٠ كلم في الساعة. وبهذه السرعة فإنه يقطع مسافة ١٠٠٠٠ كلم، وهي المسافة الفاصلة بين خط الاستواء والقطبين في ٢٥ ساعة...

أما سيلان الماء فسيكون بالتأكيد أطول وأكثر تعقيدا، ولكن المؤكد أنه، بعد مرور أيام قليلة على توقف الأرض، ستقوم فيضانات هائلة بقلب جغرافيتها رأسا على عقب. وليس الأمر بالسهل! فعندما ندرس المعطيات الدقيقة لتضاريس العالم، يتبين لنا أن أمريكا الشمالية وأوراسيا[٢] (من فرنسا إلى كوريا) مغمورتان بالمياه، في حين أن قاع المحيطات الاستوائية عاد إلى الظهور. وهنا يصبح العالم بأكمله قارة عظمى، يمكننا أن نطلق عليها اسم «إيكواتوريا» (Équatoria) تقطع المحيط الشامل نصفين (انظر الخارطة أسفل). ←

PASCAL QUIDAULT POUR SVJ

خارطة العالم الجديدة

هذه تقريبا الصورة التي سيكون عليها عالمنا حين تكفّ المحيطات عن التمدد بفضل دوران الأرض. ستظهر من المياه قارة واحدة، على امتداد خط الاستواء. أي نعم. ومهما بدا لنا ذلك غريبا، فإن قاع المحيطات قريبا من خط الاستواء سيصبح «أعلى» (في الحقيقة أبعد عن مركز الكرة الأرضية) من قمم جبال الألب أو جبال البيرينيه! والقسم الأكبر من هذه القارة العظمى (باللون البني) مرتفع ارتفاعًا لا نستطيع أن نعيش فيه. وأعلى القمم (باللون الأبيض) تكون برمتها في الطبقة الثانية من الغلاف الجوي الأرضي، وبعبارة أخرى إنها تكاد تكون في الجو!



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

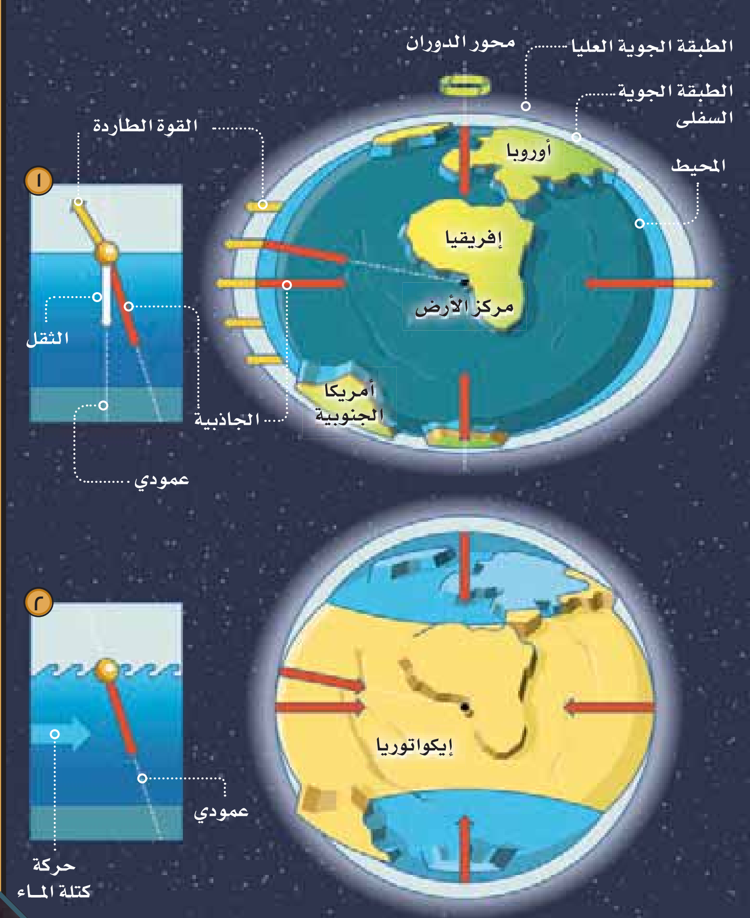
الماء والهواء ينحسران باتجاه القطبين

إضاءة

الغلاف الجوي هو طبقة الهواء التي تحيط بالكرة الأرضية. وهي تنقسم إلى أربع طبقات، تكون الطبقة الأولى **الطبقة الجوية السفلى** (يتراوح ارتفاعها بين ٠ و١٠كلم، وفيها تحدث الظواهر الجوية)، والطبقة الثانية **الطبقة الجوية العليا** (من ١٠ إلى ٥٠كلم)، وفيها توجد طبقة الأوزون التي تحمينا من أشعة الشمس فوق البنفسجية.

إن القوة الطاردة للمركز الناتجة عن دوران الأرض تؤدي إلى تُمدّد الغلاف الجوي والمحيطات، فتكون محدبة قرب خط الاستواء. هل يعني هذا أن سفينة تبحر متجهة إلى المناطق المدارية كما لو كانت تصعد تلة؟ كلا، فالبحر مسطح دائمًا! لسبب بسيط هو أن الجاذبية التي نتحملها (باللون الأبيض) هي حصيلة الثقل الذي يجذبنا إلى مركز الأرض (باللون الأحمر) والقوة الطاردة (باللون الأصفر)، متعامدة مع محور الدوران (١). وهذا الثقل لا يتجه حينئذ بدقة إلى مركز الأرض، ولكنه مائل لأنه دائما عمودي على سطح البحر وسطح الأرض، وهما إذن أفقيان. وما إن تتوقف الأرض عن الدوران، حتى تختفي القوة الطاردة. ولا يعود الثقل يتكون إلا من الجاذبية، ويتجه إلى مركز الأرض (٢). وبما أن الخط المائل قد غير وجهته على هذا النحو، فإن الأرض تصبح مائلة، وتنسكب المياه من المنحدر: فتتجه إلى القطبين. وبهذه الطريقة فإن الهواء والماء يستعيدان شكلاً كرويًا، أما الصخور فلا: لأن المناطق التي يكوّنانها في خط الاستواء تَكُون خارج الماء. فيظهر عندئذ ما يشبه سلسلة من الجبال يحفّ بها محيطان منفصلٌ كل واحد منهما عن الآخر.

لاحظوا أنه، من ذلك الوقت، كلما ازددتم اقترابا من خط الاستواء، ازددتم ارتفاعا. أما خط الاستواء نفسه، فإنه يلامس قمة <الطبقة الجوية السفلى< ويبرز من <الطبقة الجوية العليا<، التي يندر فيها الهواء إلى حد أن التنفس يصبح فيها مستحيلاً.



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ



← يـا اللّه! لم تكونوا تتوقعون هـذه النهاية، أليـس كذلـك؟ وليـس هـذا كل شـيء. لأن الغلاف الجوي ينبغي أن يتراجع كالمحيطات تماما، وللأسباب نفسها! وفي نهاية المطاف، سـنجد أنفسـنا أمام هواء تزداد قلة كثافته كلمـا ابتعدنـا عـن القطبـين... تمامـا كما يحدث لنـا ونحـن نصـعد إلى قمـة جبل. وبهـذا تصبـح القـارة العظمـى كأنمـا هي كتلة صـخرية ضـخمة مثل الهيمالايا، وما إن نتوغـل داخـل الأراضـي، حتـى ينخفض >الضغـط الجـوي< بصـورة خطـيرة. وباسـتثناء المناطـق القريبة من السـواحل، فإن نسـمة الهـواء لا تحوي من الأكسـيجين ما يكفي لإبقائك على قيد الحياة.

تتساقط ثلوج من ثاني أكسيد الكربون!

الأدهى من ذلك، أنه تقريبا في كل مكان مـن خط الاسـتواء نفسـه، تنبثق الهضـاب العليا بإفريقيا وأمريكا، وقمم الجبال (التي كانـت تحـت سـطح البحـر) في المحيطـين الأطلسـي والهادي، وكأنها تبرز في الفضاء! وكما حـدث للمحيطات، فإن الغلاف الجوي ينقسـم (أو يكاد) منذ ذلك الوقت وينشطر شطرين.

وما هذا بالخبر السـار. فالحاجز الذي تُشـكّله القـارة العظمـى يمنـع الهـواء مـن التحرك بِحرّية بين نصـف الكرة الأرضـية الليلي الجليدي ونصـفها النهـاري الحارق: ونتيجـة لذلـك، فـإن الفـوارق بـين درجات الحـرارة تكـون أكـبر مـن المتوقـع! ففـي النهار، تثور عواصـف رعدية عنيفة تحديدا عنـد حـدود إيكواتوريـا (انظـر الرسـم في الصـفحة المقابلة). ومع ذلك، فإن الأمطار لا تبلـغ البتة المناطق الداخلية من الأراضـي القاحلة. كيف تكون درجة الحـرارة نهارا؟ يمكنهـا أن تفـوق بسـهولة الخمسـين درجة مئويـة، حتـى قريبـا مـن السـواحل! أما في الليـل، فإنها تنهار في أسـابيع قليلة إلى دون مـا نعرفه اليـوم في القطب الجنوبي. وفي خط الاستواء الـذي ينعـدم فيـه الهواء، يقـترب الفـرق في درجات الحـرارة ممـا نعرفـه على سطح القمر. وليس بإمكان أي أثـر من آثار الرطوبة أن ينجـو لأن المـاء يبلـغ درجة الغليـان «عند الزوال» (أي في وسـط النهار الذي يسـتمر سـتة أشـهر)، وفي الليل يبرد الطقس إلى درجة أن ثاني أكسـيد الكربون الموجـود في الهواء يتسـاقط ثلجًـا على قمم الجبال! في مناخ كهذا، هل تسـتطيع الحياة أن تسـتمر؟ بالنسـبة إلى أغلـب الكائنات، قطعـا لا. إنهـا سـتنقرض. وقـد لا تنجو إلا بعض الصنوبريات العملاقة، وفئة قليلة من الطحلبيات، وتنتشـر نبتات الأشنة، ولا يُرى على مدّ البصر طائر ولا حيوان ثديي (انظر الإطار في الصـفحة المقابلة). ونحن؟ ينبغي أن نكـون أذكياء جدا ومنظمين لنطمع في أن نتدبر أمرنا، وهو ما سـترونه في الصفحات التالية.

لا تبقى الحيوانات والنباتات على قيد الحياة إلا قرب السواحل

إضاءة

الضغط الجوي
هو وزن عمود هوائي قائم فوق مساحة محددة. وهو يقل كلما ازددنا ارتفاعًا.

PASCAL QUIDAULT POUR SVJ

وما مصير الحياة في كل هذا؟

على اليابسة، يرجح أنه لا يبقى على قيد الحياة أي حيوان من الفقريات الأرضية، وأن القارة العظمى ستكون من ذلك الوقت فصاعدًا مأهولة بالحشرات والعناكب التي تجد ملاجئ تحت الأرض (حيث تبقى درجة الحرارة معتدلة طوال السنة). والنباتات؟ بفضل مناخ أكثر رقة قريبا من البحر، يمكن لبعض النباتات أن تتدبر أمرها ولكن بجهد جهيد. والمشكلة الأكبر التي تواجهها هي عملية البناء الضوئي: أي قدرتها على تحويل ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء إلى غذاء بفضل الطاقة الشمسية. ومع ليال طولها ستة أشهر تصبح العملية معقّدة جدا!

وبالتأكيد، أن الصنوبريات -أي عائلة الصنوبر والتنوب- قادرة على المقاومة طويلا دون ضوء: وهذا ما تفعله في نصف الكرة الأرضية الشمالي، حيث يستمر الليل القطبي طوال الشتاء. ولكنها تجد صعوبة في تحمل حرارة النهار الحارقة، ربما باستثناء شجرة السيكويا الأمريكية العملاقة، المعروفة بأنها تبقى حية في حرائق الغابات. ونعرف منها عينة مزروعة في بولندا تقضي منذ سنوات الشتاء في حرارة تبلغ ٣٥ درجة مئوية تحت الصفر. وبما أن كاليفورنيا، وهي المنطقة الأصلية لأشجار السيكويا، لم تُغمَرْ بأكملها خلال جَزْر المحيطات، فإن تلك الأشجار يمكنها أن تحتل الساحل الشمالي من قارة «إيكواتوريا». وذلك لسبب بسيط، هو أن الأشجار الأخرى كلها ستموت، وكذلك سائر النباتات الملقحة ذاتيا! والشيء الوحيد الذي يمكنه أن ينجو هي الطحالب، التي تكتفي بامتصاص الرطوبة كالأسفنج. وهي في أغلب الأحيان قادرة على تحمل الجفاف مدة طويلة قبل أن «تُدب فيها الحياة» بعودة الأمطار. أما في ما عدا هذا، فإن الأرض تصبح مملكة من نباتات الأشنة.

إنها تتكون من شعيرات من نباتات الفطر تسمم طحالب أو بكتيريا وتتقاسم معها الحياة: فالفطر يقدم الماء والأملاح المعدنية، وتعمل البقية على تجهيز الطعام بواسطة عملية البناء الضوئي. وتستطيع نباتات الأشنة أن تبقى شهورا في الظلام، وتخزّن كميات كبيرة من المياه، وتتحمل درجة حرارة تتراوح بين ٧٠ درجة مئوية تحت الصفر و٧٠ درجة مئوية فوق الصفر.

بعض الطحلبيات العملاقة، وقليل من الطحالب، ونباتات الأشنة في كل مكان... تلك هي الصورة التي كانت عليها الأرض منذ ما يقارب ٤٠٠ مليون سنة، حين بدأت الحياة تخرج من المحيطات. ومنطقيًا، فإن الكائنات التي غزت العالم مرة، ربما تكون هي المؤهلة لإعادة العملية مرة أخرى!

منطقة العواصف الرعدية

جبال قاحلة

سواحل تحت العواصف الرعدية

لا تستطيع كتل الهواء أن تخترق سلسلة جبال القارة الشاهقة (انظر الرسمة الدائرية فوق هذا الإطار). فالغلاف الجوي منقسم قسمين، مما يحدّ من التعاقب بين قسم «الليل» وقسم «النهار» التي يمكنها أن ترقق الجو (انظر الرسم ص ٦٩). ويلتقي تيارًا الغلاف الجوي المكوَّنان من الهواء الساخن والرطب عند السواحل الشمالية والجنوبية لقارة «إيكواتوريا» (١). وحين تجاور الجبال، فإن تلك الكتل من الهواء الرطب ترتفع وتتكثف (٢)، متسببة في أمطار غزيرة على الساحل (٣). ها هنا يستطيع الغطاء النباتي أن يبقى على قيد الحياة لأن السحب أفرغت من مائها قبل أن تبلغ المناطق الداخلية من القارة القاحلة بمسافات بعيدة (٤).



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

أربع حضارات بدوية

هل يستطيع الإنسان أن يعيش في هذا العالم الموحش؟ ربما... ولكن في هذه الحالة، ليس له حظوظ في العيش إلا في مواضع أربعة محددة من الكرة الأرضية: على السواحل الشمالية والجنوبية من قارة «إيكواتوريا»، حيث الهواء يمكن تنفسه (وحيث تحافظ الأمطار، لحسن الحظ، على حياة نباتية تكاد تلتحم بالأرض). زد على ذلك، أنه لا يستطيع العيش إلا في الحدود الفاصلة بين النهار والليل (الفجر والغروب) حتى لا تكون درجة الحرارة مفرطة الارتفاع ولا مفرطة الانخفاض.

المشكلة أن هذا الحد بين النهار والليل -ويسمَّى خط الغلس- يتحرك حول العالم، تذكروا، أنه يُتِمُّ دورةَ العالم في سنة. ما هي سرعته؟ من السهل أن نحسبها. فخط الغلس يطوف، مثلا، بالـ٣٥٠٠٠كلم من الشواطئ الشمالية لـ«إيكواتوريا» في ٣٦٥يوما، أي بمعدل ١٠٠كلم في اليوم.

على القدمين، إنه الموت المؤكد

هذا مزعج! إن جحافل روما القديمة -التي كانت تتنقل مشيا على الأقدام مع القطعان (من أبقار، ودجاج، ...) وأحيانا مع عائلات الجنود- معروفةٌ بأنها حطّمت أرقاما قياسية للتنقل اليومي، تتجاوز ٦٠ كلم من المشي القسري... وهذا بعيد كل البعد عن الهدف المرسوم! والنتيجة أن سكان الأرض المتوقفة عن الدوران لا يستطيعون، بالسير على الأقدام، أن يبقوا على قيد الحياة. ها نحن إذن مع أربع حضارات بدوية تجوب العالم في أرتال طويلة من السيارات والشاحنات مع مواشيها وكل ما تحتاج إليه لتظل على قيد الحياة. على كل نصف من نصفي الكرة الأرضية، يوجد «جوابو الفجر» الذين يفرون من النهار صوب الشرق، و«جوابو الغروب» الذين يحاولون ألا يتركوا الليل يلحق بهم (انظر الإطار على اليسار). ومن حين إلى آخر، كل فريق من الفرق الأربعة يخيّم ليجدد مؤونته. ولكن الوقت محسوب! ففي أحسن الحالات، أمامهم حوالي خمسة عشر يوما «قديما» ليتركوا لقطعانهم أن تسترد نشاطها برعي نبتة الليشن، وليقطعوا شيئا من الخشب للبناء، وليصنعوا أدوات جديدة قبل أن تبلغ درجات الحرارة مستويات لا تطاق. وتستطيع الحضارات البدوية أيضا أن تترك وراءها بعض الرجال الشجعان في أعماق أحد المناجم في انتظار عودة القافلة، شريطة أن تتمكن من أن توفر لهم زاد عامهم. وفعلا، فإذا تجاوزنا عشرة أمتار عمقا، لا يرجح أن تختلف الحرارة أكثر من بضع درجات بين النهار والليل، خصوصا أن هذا العمل البطولي سيكون عظيم الجدوى للحصول على المعدن الذي تحتاجه الجماعة لإصلاح مركباتها.

كل خمسة عشر يوما، يهربون من البرد أو من الحرارة القاتلين

إلى الشرق، سِرْ

وعلى كل حال، فالقسم الأكبر من الناس، حين تُعطَى الإشارة، ينطلقون! كل الناس يهرعون باتجاه الشرق بحثا عن مناخ أكثر احتمالاً. والمجموعات الأربع منفصلة كل منها عن الأخرى إلى الأبد بآلاف الكيلومترات من الأراضي التي يستحيل فيها العيش. تصوروا الرحلة القاسية التي تكون بقطع ٥٠٠٠كلم من صحراء لا ماء فيها، وتَسلُّقِ جبال ترتفع إلى عنان السماء في حرارة تبلغ ١٢٠درجة مئوية نهارا و١٤٠درجة مئوية تحت الصفر ليلاً للاتصال بأناس يعيشون في الجهة الأخرى من القارة... ألا ترون أن هذا يمكن أن يكون عالمًا بالغ الروعة لاحتواء لعبة أو شريط من أشرطة الخيال العلمي؟ ▌

جوابو الفجر والغروب

حين تشرق الشمس أخيرا على نقطة من الأرض، تحتاج درجةُ الحرارة الجليدية إلى مدة طويلة لترتفع. وخلال ما يقارب عشرة أيام من «الأيام الطويلة»، تبقى الشمس منخفضة جدا (أشد انخفاضا مما هي عليه الآن بعد شروقها بنصف ساعة) ولا تدفّئ كثيرا. ومن أسبوع إلى أسبوعين -خلال هذا اليوم الطويل- (يتوقف الأمر على حالة الطقس المحلي)، تكون الحالة الجوية شبيهة بحالة نهايات الشتاء في الجبل: فالثلج والجليد يذوبان ونباتات الأشنة تعاود الاخضرار. في هذا الوقت بالذات يصل جوابو الفجر (الذين يهربون من النهار) بكل معداتهم. يمكنهم أن يخيموا وأن يتركوا مواشيهم ترعى. وكلما ازدادت الشمس ارتفاعا على مهل في السماء، وتراكمت حرارتها، يتحول الوقت، في أسبوع أو أسبوعين، من ربيع رائق إلى مناخ مداري حار ورطب. ها قد آن الأوان للرحيل من جديد للحاق بطقس أكثر اعتدالاً، على بضع مئات من الكيلومترات إلى جهة الشرق! ومن الجهة الأخرى من العالم، عند الغروب، نجد الأمر نفسه تقريبا: علينا أن ننتظر أياماً كثيرة بعد غروب الشمس للتمتع بحالة جوية أكثر اعتدالا. ولا يمكننا أن نستمتع بها إلا مقدار أسبوعين قبل أن يبلغ برد الليل درجة لا تطاق.

(١) ET SI LA TERRE S'ARRÊTAIT DE TOURNER?, SCIENCE & VIE JUNIOR 317, P 30-39

(٢) René Cuillierier

(٣) أوراسيا (Eurasie) اسم يطلق على القارة المكونة من أوروبا وآسيا. (المترجم)

NICOLAS SINER POUR SVJ



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

الرجل الذي **يسقط** في **المكان المناسب**[١]

كنا نعرف المهووسين بالطيران، وإليكم المهووس بالسقوط: الأمريكي لوك آيكينز «Luke Aikins» سيقفز من ارتفاع يقدر بـ٧٦٠٠م، دون مظلة. ولن تمنعه من التعرض لإصابات قاتلة إلا شبكة على الأرض... يضعها نُصب عينيه.

بقلم: ناديج جولي[٢]

بعد ١٨٠٠ قفزة، نتصور أن ممارسة الهبوط بالمظلة يمكن أن تصبح رتيبة بعض الشيء. ولعل هذا السبب هو الذي جعل لوك آيكنز، وهو أمريكي في الثانية والأربعين من عمره، يقرر أن يعطي الأشياء نكهة جديدة: ففي بداية سنة ٢٠١٦م، وفي ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية، قفز لوك من طائرة، على ارتفاع ٧٦٠٠م... دون مظلة، ولا حتى لباس التحليق «الوينق سيوت – Wingsuit» وهو بدلة في شكل جناح تسمح لمرتديها بأن يلعب دور السنجاب الطائر! ولكي يهبط سالما، لن يعتمد إلا على شبكة مشدودة بين أربع رافعات... فهل لهذا المغامر أدنى حظ في البقاء على قيد الحياة؟

حين يقع الإنسان من السماء، يكون في وضع انهيار، لا يخضع إلا لحركة <الجاذبية الأرضية< (انظر الإضاءة في الصفحة المقابلة). إن قوة الجاذبية تعمل على جذبه نحو مركز الأرض، وهو ما يتجلى في تسارع مستمر– على الأقل، حتى اصطدامه العنيف بالأرض. والمقاومة الوحيدة التي يجدها هي مقاومة الهواء الذي يتكون منه الغلاف الجوي. وحين يحتك بها الجسم أثناء سقوطه، فإن سرعته تنقص، أو على الأقل تتوقف عن الزيادة: فتبلغ سرعته ٢٥٠ كلم في ١٥ ثانية، ثم تستقر بعد ذلك في حدود ٢٠٠ كلم في الساعة.

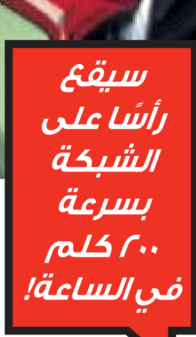
ست ثوان حتى لا ينتهي مسحوقا

إن فائدة المظلة تكمن تحديدًا في أنها تعطي القافز مساحة أكبر من مساحة جسمه، وهو ما يزيد مقاومة الهواء الذي يحتكّ به، بما يكفي لكبح التسارع في السقوط والسماح لصاحبها بأن يهبط بلطف.

ودون مظلة، سيعرِّض لوك آيكينز نفسه لخطر الهبوط العنيف. وفعلا، فإن <الطاقة الحركية< التي سيحملها جسمه قبل أن يلمس الأرض ستتجاوز قليلا ١٢٣ <كيلوجول< (إذا ما اعتبرنا أن وزن لوك يبلغ ٨٠ كيلو جرام، وأنه حين يصل الأرض تكون سرعته ٢٠٠ كلم في الساعة)، وهو ما يعادل طاقة جسم يزن ١٢,٥ طنا يسقط من ارتفاع قدره متر واحد.

وفي لحظة الاصطدام، حين تنتقل سرعة لوك من ٢٠٠ كلم في الساعة إلى الصفر، فإن كل تلك الطاقة الحركية ستتبدد دفعة واحدة. وبما أنها أكبر بكثير من أن يستطيع الجسم امتصاصها، فإنه سيتعرض إلى إصابات قاتلة بفعل الصدمة!

والحل الوحيد أمامه حتى لا ينتهي به الأمر مسحوقا على الأرض: هو أن يشتت الطاقة الحركية على زمن أطول. فالإنسان المتدرب جيدًا يمكنه أن يتحمل تسارعًا أو تباطأً بمقدار <١٠غ<. وهو ما تشعرون به إن وجدتم أنفسكم –لا قدر الله– في سيارة سليمة تندفع بسرعة ٥١ كلم في الساعة لترتطم بجدار. ومن أجل ذلك، يتعين على لوك آيكينز أن يوزع انتقاله من ٢٠٠ إلى صفر كلم في الساعة على ست ثوان على الأقل!



وفي قفزات أقل ارتفاعًا من هذه، يستخدم المخاطرون وسادة قابلة للنفخ، حين يتغير شكلها بفعل الصدمة، تقوم بتشتيت الطاقة الحركية على زمن أطول. ولكن سمك الوسادة يجب أن يكون على الأقل عُشُرَ ارتفاع السقطة. ولا نتصور كيف أن لوك آيكينز، وهو يقفز من ارتفاع ٧٦٠٠م، يمكن أن يقع على وسادة سمكها ٧٦٠م...

منصة ترامبولين[٣] عملاقة

ما المانع إذن من أن يقفز لوك آيكينز

< ينتمي لوك إلى فريق ريدبول بتراتوس المتخصص في قفز المخاطرة.

BEN GARRETT/RED BULL CONTENT POOL



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

RENAUD ROCHE POUR SVJ

على شبكة؟ عند وقوع الصدمة، يسمح تغير الشكل المتراكم في كل قسم من أقسام نسيج الشبكة بامتصاص قدر من الطاقة الحركية يزيد على القدر الذي تمتصه وسادة. وعلى هذا النحو، فإن النسيج الشبكي المستخدم كمصدات للصخور المتساقطة من الجبال تصمد أمام صدمات تبلغ قوّتها ٣٠٠٠ كيلوجول، وتستطيع أن توقف صخورًا متدحرجة من قمم الجبال. ولكن ذلك النسيج معدني: ولو سقط عليها لوك لتعرض لإصابات بالغة جدًا قد تؤدي إلى وفاته. لهذا راهن على مادة أكثر مرونة، هي نسيج صناعي. وقد طوّر لوك مع فريقه، ترامبولين عملاق يتكون من ٣٠م في ٣٠م، معلق على ارتفاع ٧٦م من الأرض. لماذا

إضاءة

الطاقة الحركية هي الطاقة التي يمتلكها الجسم بفعل حركته.

الجول هو وحدة قياس الطاقة (الحركية، الكهربائية...). والكيلوجول يساوي ١٠٠٠ جول.

١٠غ هي ١٠ مرات التسارع الذي يخضع له كل جسم ساقط في وضع انهيار على الأرض. (غ=٩,٨م/ث٢).

وضعه على مثل هذا الارتفاع؟ لأنه يجب أن يترك للشبكة المكان ليتغير شكلها على مدى ست ثوان طويلة... وقد أكد لوك آيكينز، على قناته في اليوتيوب، أن الشبكة صمدت حين ألقى عليها عددًا من الأجسام الثقيلة من طائرة مروحية. لنفترض، إذن أن الشبكة تتحمل. بقي مع ذلك تفصيل صغير لا بد من معالجته للوك آيكينز: ألا يسقط إلى جانب الشبكة. حين يقفز من ارتفاع ٧كيلومترات، سيكون من المستحيل عليه أن يشاهد الشبكة. لذلك، سيقوم أحد مساعديه، مستعينا بنظام تحديد المواقع العالمي (جي بي إس)، بتوجيهه عبر سماعة أذن – "مل إلى الشمال! مل إلى الجنوب!" – لضبط وضعه بالنسبة إلى منطقة الهبوط.

حسنا، وإلى ذلك، فإن لوك يكون قد درس الموقع جيدا. وقبل اليوم المحدد، سيكون قد قفز أكثر من خمسين مرة في المكان المحدد حتى يتعود على الرياح المحلية، ويتعلم كيف يحدد مواضع العناصر التي يمكن رؤيتها من ذلك الارتفاع الشاهق (غابة، بحيرة...)، في حال أصيب الجي بي إس بعطل. كل شيء حينئذ منظم حتى يبقى على قيد الحياة في عمليته الجنونية، نظريا على الأقل. وفي الاتحاد الفرنسي لرياضة المظلات، لا يُنظَر إلى مشروع لوك بعين شديدة التفاؤل: "لا بد أنه مصرّ على أن يَلقَى حتفه". ∎

(١) L'HOMME QUI TOMBE À PIC, Science & Vie Junior 316, P 50-51

(٢) Nadège Joly

(٣) الترامبولين هو جهاز قفز لاعبي الجمباز. (المترجم)

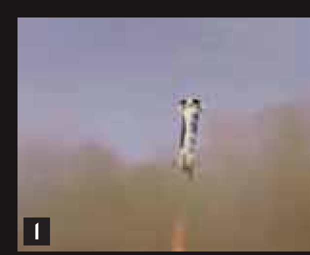
تكساس، الولايات المتحدة

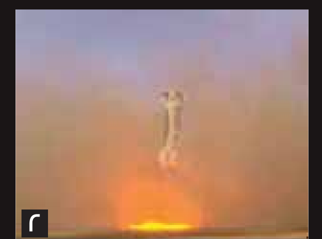
هبوط ناجح لأول صاروخ قابل لإعادة الاستخدام(١)

قم بجولة قصيرة في الفضاء، ثم ارجع، مستعدًا للانطلاق مرة أخرى. تم القيام باستعراض ناجح للنيو شيبارد «New Shepard»، وهي المركبة الفضائية التي أطلق عليها اسم آلان شيبارد «Alan Shepard»، أول رائد فضاء أمريكي. وتخفيضًا لكلفة السياحة الفضائية، راهنت شركة بلو أوريجين على مركبة بسيطة وقابلة لإعادة الاستخدام. ويُعَدّ هذا رهانًا تقنيًا لأن الصواريخ الباهضة المستخدَمة لحمل السفن الفضائية والأقمار الاصطناعية إلى الفضاء ضائعة اليوم، فهي إما محطمة في الغلاف الجوي أو غارقة في البحر. يتكون النيو شيبارد من مركبة فضائية بأعلى صاروخ يُقلِع ويهبط بشكل عمودي. وخلال تجربة أجريت في شهر نوفمبر الماضي، اندفع إلى الحدود بين الغلاف الجوي والفضاء، على ارتفاع قدره ١٠٠,٥ كلم. وعندها انفصل الصاروخ عن المركبة. ثم بدأ الصاروخ سقوطه عموديا، واستخدم كوابح هوائية في قمته، وأعاد تشغيل المحرك ليخفف من سرعة هبوطه. وتم الهبوط بلطف في مكان لا يبعد عن الهدف مسافة تزيد على متر ونصف. أما المركبة الفضائية، فتهبط مرة أخرى بفضل مظلات. ولأول مرة في تاريخ غزو الفضاء، عاد الصاروخ سالما، جاهزا ليعاد استخدامه. وفي الصورة النهائية، ستستقبل المركبة الفضائية ستة مسافرين راغبين في العيش بضع دقائق في الجاذبية الصغرى. ولم يقدم جف بيزوس «Jeff Bezos»، مالك شركة بلو أوريجين (وشركة آمازون) موعد الإعلان الرسمي للإطلاق التجاري ولا ثمن التذكرة. ولإعطائكم فكرة، فإن حجز مقعد على متن سبايس شيب «SpaceShip»، وهي آلة أكثر تطورا، عند الشركة المنافسة فيرجن قالاكتيك، يكلف ٢٣٠٠٠٠ دولار.

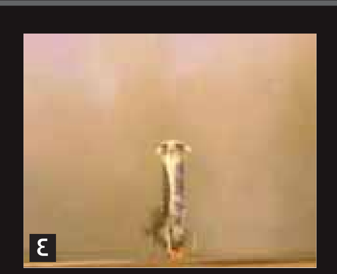
(١) ATTERRISSAGE RÉUSSI POUR LA PREMIÈRE FUSÉE RÉUTILISABLE, Science & Vie 1181, P 100-101

BLUE ORIGIN


١


٢


٣


٤





<٨ بعد أن حرر نيو شيبارد مركبته الفضائية الأولى في الفضاء، (انظر عملية الإطلاق في الصورة المقابلة)، بدأ هبوطه بشكل عمودي، ناشرًا كوابحه الهوائية الموجودة في قمته(١)، ومعيدًا تشغيل المحرك (٢و٣)، ليحط في مكان لا يبعد عن هدفه مسافة تزيد على متر ونصف.



إنه علم الاحتكاك![1]

أمر لا يصدَّق ولكنه حقيقي: كتابان سنويان (دليلين) خُلِّلت أوراقهما فيصبحان متماسكين إلى درجة أنهما يستطيعان تحمّل وزن سيارة! والسبب، هو قوى الاحتكاك بين الأوراق، كما أثبت ذلك عدد من علماء الفيزياء.

بقلم: فابريس نيكو [2]

إن هذه الصورة (أنظر أعلاه) من الصور التي نحتاج إلى مشاهدتها مرتين. في خردة سيارات، نشاهد سيارة عتيقة معلقة فوق الأرض برافعة. ولكن الطوق الذي يمسك بها تربطه بالرافعة كتلة صفراء غريبة. علينا أن نقترب من الصورة لنكتشف كتابين سنويين أدخل أحدهما في الآخر. وقد تشابكت أوراقهما: فكل صفحة من هذا تغطي صفحة من ذاك، وهكذا دواليك... وكأن الأمر من باب السحر، فالكتابين يظلان متماسكين رغم ثقل السيارة الذي يبلغ ٦٠٠ كيلوجرام. ولقد أنجز أصدقاؤنا في البرنامج التلفزيوني «لسنا مجرد فئران تجارب!» بأنفسهم هذه التجربة، وأكدوا أنه لا وجود لأي خدعة. فما المسألة إلا مسألة قوانين فيزيائية... ولكن كيف؟! كيف تسنَّى لأوراق بسيطة موضوعة إحداها فوق الأخرى أن تبقى متلاحمة بطريقة أقوى مما لو ألصقناها بغراء من النوع الرفيع؟ أذهل هذا اللغز عالمَيّ فيزياء هما فريديريك ريستانيو «Frédéric Restagno» وكريستوف بولار «Christophe Poulard» إلى حد أنهما طلبا من خمسة زملاء لهما أن يساعدوهما على حله. ريستانيو وبولار متخصصان في «التريبولوجيا». وهو اسم يطلق على الباحثين المتخصصين في ظواهر الاحتكاك. ولعلكم أدركتم الآن أن تلك الظواهر هي التي بيدها مفاتيح حل هذا اللغز.

> **إنها تجربة تم القيام بها دون أي خدعة!**

قوى الاحتكاك، إننا نواجهها بشكل

مستمر، وفي الواقع أننا نضيق بها ذرعًا أحيانًا. ولكي تجربوا الأمر، ليس لكم إلا أن تدفعوا كرتونًا ثقيلاً من الورق المقوَّى على سجاد: فإن واجهتم صعوبة في تحريكه، فما ذلك إلا بسببها. ولو أننا وضعنا كرات صغيرة تحت الكرتون، لاكتفينا بدفعة صغيرة لدفعه إلى آخر الغرفة.

لكي نمشي، لا بد من الاحتكاك!

ومن جهة أخرى، فبدون قوى الاحتكاك، يستحيل علينا أن نتنقّل: بل إننا لن ننفكَّ عن الانزلاق. وعلى كل حال، فلا مهرب منها. والشيء الوحيد الذي لا يواجهها، هو السفينة التي تنطلق في الفضاء، لأنها لا تحتكّ بشيء في الفراغ الفضائي. أما على الأرض فإنها تنشأ حالما يتلامس جسمان. فمن أين تراها تأتي؟

لكي نفهم الأمر، دعونا نقترب من سطح الكرتون. سنكتشف حينئذ ضربا من المشهد الجبلي، تتابع فيه الأودية والقمم (انظر الإطار ص ٨٢-٨٣). وفعلا فإن الكرتون لا يبدو أملس إلا من بعيد. أما من قرب، فتظهر للعيان عيوب واضحة. وحين نقترب جدًا (تحت المجهر)، نلاحظ أن تلك التلال هي «قمم» ذرّات. أما من جهة السجاد، فإن كل قشة تمثل أيضًا تضاريس من النوع نفسه.

FRANCE 5

∧ رغم هذا الهيكل الذي يزن ٦٠٠ كيلوجرام الذي يجتذب الكتابين السنويين، فإنهما لا ينفصلان أحدهما عن الآخر رغم عدم وجود أي مادة لاصقة بينهما! إنه لغز حقيقي...

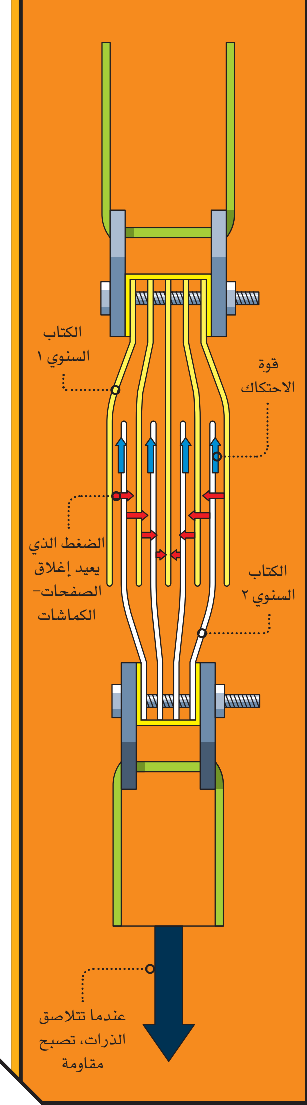
عامل وزن

حين تحكّون المادتين، تلتقي قمم كل جانب. فتظهر بينها قوى، ذات طبيعة كهربائية. وبذلك تجد المادتان نفسيهما مترابطتين وقتيا، كما لو كانتا مغناطيسين. ومن ثم، فحين تدفعون الكرتون، تبدؤون بإنشاء تلك الروابط الكهربائية، ثم، في مرحلة ثانية، تكسرونها. فكل رابط، إن أخذ على حدة، كان ضعيفًا جدًا، ولكنها مجتمعةً تولد مقاومة مهمة للحركة: تلك هي قوى الاحتكاك.

إن أول ما خطر ببال أصدقائنا علماء التريبولوجيا هو بطبيعة الحال أن يجعلوا تلك القوى سببًا في المقاومة المذهلة للكتابين السنويين. وفعلا، فما نبحث عنه بالفصل بين المجلدين الضخمين، هو فقط أن ندس كل ورقة من هذا فوق ورقة من ذاك، ونكرر العملية بحسب عدد الأوراق. ويقول فريديريك ريستانيو مفسرا: "بناء على ذلك، قمنا بعملية بسيطة، هي حساب قوة الاحتكاك التي تمارسها كل ورقة، وضربنا النتيجة في عدد الأوراق". ←

الكماشة العجيبة

حين نحاول أن نفصل الكتابين السنويين أحدهما عن الآخر، فإن كل صفحة تتصرف كما لو كانت كماشة تنغلق على الصفحات بالداخل. إن الضغط الموجه على الصفحات يعزز قوى الاحتكاك التي تمارَس بينها وتزيد القبضة. وعلى هذا النحو، يستطيع الكتابان السنويان أن يظلا مترابطين، حتى مع وجود مئات الكيلوجرامات التي تسحبهما.



← آخذين بعين الاعتبار ثابتًا مهمًا: هو وزن الأوراق. وفعلا، فإن شدة قوة الاحتكاك التي يتحملها جسم ما تتناسب والقوة التي تسلَّط عليه. ولنَعُدْ إلى مثال الكرتون، فإذا جلستْ عليه أختُك الصغرى، فإنك ستجد صعوبة أكثر في دفعه لأنه سيحتك أكثر بالأرض. لماذا؟ بكل بساطة، لأن الوزن يزيد الضغط على المساحتين المتواجهتين، وهو ما يزيد عدد الارتباطات بينهما.

كلما ازددنا جذبًا، ازدادت المقاومة!

مع الكتابين السنويين، كلما كانت أوراق أحدهما مدسوسة بعمق في قلب الآخر، ازدادت قوى الاحتكاك المعاكسة لحركتها لأن وزنًا متزايدًا يثقل عليها. ومن شأن هذا أن يزيد في تعزيز المقاومة. فهل هذه نهاية الحكاية؟ كلا وألف كلا... فهذه النظرية الجميلة لا تصحّ إلا إذا كان الكتابان السنويان موضوعين بشكل أفقي على طاولة. أما في تجربة السيارة المعلقة، فإنهما، على العكس، متعامدان مع الأرض. وبعبارة أخرى، فالصفحة لا تكون حملاً ثقيلاً على جارتها. بوووم! لقد انهار التفسير...

عندها، لم تفتر همّة باحثينا، فانطلقوا في سلسلة من التجارب لقياس تلك المقاومة باعتماد ثوابت متنوعة: عدد الصفحات، مسافة التداخل بين صفحة وأخرى، سمك الورق، إلخ. يقول فريديريك ريستانيو: "لاحظنا أن عدد الأوراق كان هو الثابت الأكثر تأثيرا. وحين ضاعفناه عشر مرات، تضاعفت مقاومة الجذب ١٠٠٠٠ مرة!". كيف نفسر هذا؟ لم يفهم باحثونا شيئًا. ولكن عالم الفيزياء الكندي كاري دالنوكي-فيريس «Kari Dalnoki-Veress»، والفرنسيَّين إيلي رافائيل «Elie Raphaël» وتوماس ساليز «Thomas Salez» الذين تم استدعاؤهم للمساعدة وجدوا التفسير.

عندما تتلاصق الذرات، تصبح مقاومة!

تأملوا جيدًا الرسم في ص٨١، الأمر واضح وضوح الشمس: فما يزيد بزيادة عدد الأوراق هو انثناؤها. وهذا منطقي، لأنكم حين تُدخلون كتابين سنويين أحدهما في الآخر، تحصلون على ضعف الصفحات مضمنة في سمك غلاف واحد. ومن هنا، فإن الأوراق تكون منثنية ضرورة. فالصفحات الأبعد عن المركز تشبه إذن الكماشة. ولكن، ماذا يحدث عندما تكون السيارة معلقة في الكتابين السنويين؟ إنها تمارس قوة جذب على الصفحات، كما لو كنا نريد أن نغلق تلك الكماشة. هل قلت كماشة؟ إنها آلاف الكماشات: بعدد الصفحات. فكلما كانت الصفحات مضغوطة إحداها على الأخرى، فإن هذا يعزز قوى الاحتكاك. تذكروا: أنها

أقوى من الغراء!

إن قوى الاحتكاك بين ورقتين تتناسب مع منطقة التماس الحقيقية (بالأحمر) بين الأوراق، لا مع السطح الظاهر للتماس (بالأخضر). والفرق بين المناطق الحقيقية والمناطق الظاهرة يدرَك حين نتأمل سطح ورقة عن كثب. فهي ليست ناعمة، وإنما هي على العكس مليئة بالتجويفات والنتوءات (المنطقة اليسرى على الصورة). وتتطابق منطقة التماس الواقعية مع المواضع التي تتلامس فيها تقريبا ذرات كل ورقة، حيث ستنشئ روابط ذات طبيعة كهربائية. وكلما زدنا ضغطا على الورقتين، ازدادت منطقة التماس، في حين أن المنطقة الظاهرة تبقى على حالها.



BENOIT LAPRAY POUR SVJ

< إذا لففتَ حبل مرساة على عمود، فإن قوة الجذب التي يسلطها القارب تقوّي ضغط الحبل على العمود، وتزيد قوى الاحتكاك. مما يجعل القارب مشدودًا شدًا وثيقا!

IMAGE SOURCE/HEMIS

إضاءة

البوليمرات هي مواد تتكون من سلاسل طويلة من الجزيئات، إما طبيعيا (الألياف النباتية، الحرير، الصوف...)، وإما صناعيا (البلاستيك، المطاط، الراتينج...).

المائة كيلوجرام من المقاومة يُتحصَّل عليها حين يكون حدّ صفحات أحدهما على مسافة سنتيمترين من غلاف الآخر. فإذا وسعتم تلك المسافة إلى ١٠ سم لم يعد بإمكانكم أن تعلقوا كيلوجراما واحدا.

ولكن مع عدد معقول من الأوراق، بإمكانكم أن تنشئوا مقاوماتٍ لأطنان كثيرة! وعلى هذا النحو، يبين شريط فيديو على اليوتيوب دبابتين تحاولان الفصل بين كتابين سنويين (انظر للاستزادة في الأسفل). وقد نجحتا، ولكن ليست قوى الاحتكاك هي التي تداعت: وإنما هو الورق الذي تمزق في نهاية المطاف...

الورق ١ - الدبابة ٠

وقد لاحظ علماء التريبولوجيا، بعد أن توصلوا أخيرًا إلى حل هذا اللغز، أن هذا النمط من التشكيل، الذي يزيد فيه الكبسُ من المقاومة، يوجد في حالات أخرى. فمثلا إذا لففتم حبلاً حول أنبوب، استطعتم أن تعلقوا أحمالاً ثقيلة دون أن تصنعوا عُقَدا. فكل وزن يجذب الحبل يقوي الضغط الموجه على الأنبوب. وفي هذه المرة، فإن لفّات الحبل تعوض عدد الصفحات: إن المقاومة تزداد طردًا مع اللفّات.

ويعتقد الباحثون أيضًا أن هذه الأعمال ستساعد على أن نفهم بصورة أفضل مقاومة عضلاتنا، التي هي تشابُك لألياف دقيقة. ورغم أنه يحسن بنا ألا نستبق الأحداث، فإن هذه الدراسة ربما تسمح لنا يومًا بأن نظفرَ خيوط <البوليمرات> لصنع أسلاك أدق من الشعرة مائة ألف مرة، ولكنها قادرة على تحمل أطنان. وفي انتظار ذلك، فإن فريديريك ريستانيو وزملاءه سعداء خاصة بأنهم وجدوا حلا لهذا اللغز، فقط من أجل لذة البحث!



هذا يصحّ أيضا بالنسبة إلى الحبال... والعضلات

متناسبة مع القوة المسلطة على الصفحة...

والحاصل: أن وزن السيارة حين يجذب الكتابين السنويين، يضغط الصفحات إحداها على الأخرى. وهو ما يزيد قوى الاحتكاك، ويمكّن الأوراق من الانزلاق. هل لاحظتم المفارقة؟ إن القوة التي كنا نظن أنها ينبغي أن تفصل الكتابين السنويين، هي بالذات التي تغلق الكماشات وتقوي المقاومة. وكلما ازددتم جذبا للكتابين السنويين، ازددتم شدا لأحدهما بالآخر! وهو ما يعبر عنه علماء الفيزياء بأن "جزءا من قوة الجرّ يتحول قوة ضغط".

ولا فائدة من هدر الوقت في المزج بين كتابينا السنويين. فقد لاحظ باحثونا أنه بـ ٥٠ ورقة وحسب يمكنكم أن تعلقوا ١٠٠ كيلوجرام! ولكن انتبهوا: حتى يكون المفعول مجديا حقا، يجب أن تكون الأوراق متشابكة عميقا، حتى تكون زاوية الكماشة أوسع ما يمكن. وفي تجربة الباحثين، فإن



قم بالعملية بنفسك!

هي تجربة يقوم بها شخصان معا: خذوا عددين من مجلة العلم والحياة للصغار. اجعلوهما متعاكسين. أدرجوا كل صفحة الواحدة في الأخرى، دون أن يجاوز أي عدد العدد الآخر بأكثر من الثلث. اطمئنوا، فالعملية لا تتطلب إلا بضع دقائق. ثم ليجذب كل واحد منكما من جهته بأقصى ما يستطيع من قوة. من المستحيل فصل أحد العددين عن الآخر.

للاستزادة

▶ شريط الدبابتين اللتين تحاولان فصل كتابين سنويين أحدهما عن الآخر، وهو مأخوذ من برنامج «ميثبسترز» (Mythbusters)، يمكن مشاهدته على اليوتيوب (الكلمات المفتاحية: «phone book, friction»)

(١) C'EST DE LA SCIENCE FRICTION!, Science & Vie Junior 318, P 60-63
(٢) Fabrice Nicot

إنها مجنونة تمامًا هذه الدراجات![1]

إنها تطير، تنثني، تتضاعَف، يقودها صاحبها جالسًا، أو واقفًا، أو مستلقيًا... أكيد أن دراجات المستقبل جاهزة لمواجهة كل الصعاب!

بقلم: رومان رافوجو[2]

FREDERIC ALBERT POUR SVJ ASSISTÉ DE SOPHIE LATIL BEBOY/ SHUTTERSTOCK - JONATHAN HORDLE / REX F/REX/SIPA

من الدراجة بلا دواسة، التي كانت تُدفَع إلى الأمام بالضغط بالأرجل على الأرض، إلى الدراجات البالغة الخفة التي تستخدم في سباق الدراجات فائقة السرعة بفرنسا، كانت رحلة التطوير الذي قطعته الدراجة طويلاً منذ أوائل القرن التاسع عشر الميلادي! والدراجة على وشك أن تصبح «الملكة الصغيرة» للمدن، لأنها تسمح بالقيام بتنقلات سريعة، دون رخصة قيادة، وهي اقتصادية، وبيئية. ويكفي أن نلاحظ النجاح الذي حققته ذات العجلتين في الخدمات الذاتية: من قبيل شركات فيلوف في مدينة ليون، وفيليب بباريس، وبيكلوو في مدينة نانت بفرنسا... لا بل إن بعض المدن الأوروبية تفوقت في هذا النمط من التنقل: ففي كوبنهاجن في الدنمارك، أكثر من نصف التنقلات في وسط المدينة يتم بالدراجة. وفرنسا ليست بعيدة عن ذلك، إذ بيع فيها سنة ٢٠١٤م ما يقارب ثلاثة ملايين دراجة. وهذا رقم قياسي! بقي شيء غريب: فشعبية الدراجة في ازدياد، ومع ذلك فإن الدراجة لم تشهد إلا تطورًا ضئيلاً جدًا. مثلثان معدنيان بمثابة الهيكل، وعجلتان، ودواسة، وسلسلة، وإلى الأمام تجوّل! من المؤكد أنه أدخلت عليها تحسينات: فقد قلَّ وزنها بفضل استخدام موادّ أخف، وتزويد المكابح بقرص جعلها أكثر أمانا... وهذا كل شيء. لقد آن الأوان ليتدخل المصممون: وهم الآن بصدد تشكيلها من جديد بإدخال تغييرات جذرية عليها. وإليكم بعض من الدراجات الأكثر غرابة على سطح الأرض.

مكتشفة الفضاء إكس ١ بارافيلو

البارافيلو هي التقاطع المذهل بين الدراجة والمحرك المظلي (وهو مظلة مزودة بمحرك)، وضع تصورًا لها البريطانيان يانيك ريد «Yannick Read» وجون فودن «John Foden». وهذه الدراجة الثلاثية العجلات والمزوَّدة بمحرك ضخم يجرّ ثلاث مراوح هواء مثبتة في قفص، موجَّهة خاصة إلى الرياضيين الراغبين في التحرر. فإن راودتكم فكرة الطيران، فانشروا شراع المظلة، المطوي في كيس خلف المقعد، واربطوا أنفسكم إلى الكرسي، وشغّلوا المحرك. وحين تندفعون بشكل كاف وأنتم تديرون الدواسات، فإن التيار الهوائي الذي تولّده مراوح الهواء يدفع الشراع ويجعلكم تطيرون. وبإمكان البارافيلو أن تبقى في الهواء ما يقارب ثلاث ساعات بسرعة قصوى تبلغ ٤٠ كلم. ولكن هذا المشروع للأسف ما زال قيد الانتظار، لأن حملة المساهمة في التمويل لم تنجح في جمع المبلغ الضروري لتصنيعه. ولكن مخترعيه لا يستسلمون. فلنأمل أن تجد هذه البارافيلو طريقها قريبًا إلى الطيران!

الدراجة «إن»

إنها شكل عجيب، أليس كذلك؟ فكأنها عدَّاء يستعدّ للانطلاق. تراهن الدراجة «إن» لإغراء الزبائن على مظهرها التجديدي. فهيكلها لا يعدو أن يكون أنبوبًا شديد الصلابة، وأجوف مصنوعًا من ألياف الفحم، بداخله بطارية تزوِّد المحرك الكهربائي بالطاقة. حيث أن الدراجة «إن» آلية: فحين تديرون الدواسة، لا تُنتج أرجلُكم إلا جزءًا من الطاقة التي تجعل الدواسات تدور، والمحرك هو الذي يوفر الطاقة التكميلية. وكلما تعبتم في ارتقاء تلة، على سبيل المثال، ازداد إسهام المساعدة الكهربائية. وثمة مخزون من الطاقة كاف لتقطعوا مسافة ٩٠ كلم. وليس هذا بالأمر الهيّن! المشكلة: أن الدراجة بسبب هذا التجهيز بلغ وزنها ٢٥كيلوجرام. ومعنى هذا أنه يحسن بنا ألا نكون بعيدين عن محطات إعادة الشحن قبل نفاذ البطارية. لعلكم فهمتم أن هذه الدراجة لا تشبه أبدًا الدراجة الجبلية، وإنما هي مصنوعة بالأحرى لتُستخدم داخل المدن. ويرجح أن الدراجة «إن» ستتوفر خلال العام الجاري: ثمنها ٣٥٠٠ يورو (مايعادل ١٤ألف ريال سعودي). والمؤكد أن هذا الثمن سينخفض إن هي لاقت رواجا...



ENRICO MAROTTA/NCYCLE

نصف الدراجة

إضاءة

العجلة المسننة

هي عجلة صغيرة ذات أسنان مثبتة على مركز العجلة الدافعة. وحين تديرها السلسلة، فإنها تجعل العجلة تدور.



الدراجة المظلة

إن المشكلة الكبيرة للدراجات، خاصة في المنازل الضيقة، هو كبر حجمها! وإذا كان عدد أفراد الأسرة كبيرا، فإن الدراجات ستتراكم، وتحتل الجزء الأكبر من المكان.

لا شك، أنه توجد دراجات يمكن طيُّها، ووضعها في دولاب في طرفة عين، ولكنّ لها عيب لا يستهان به: هو صغر عجلاتها (فقطرها لا يتجاوز ٣٥سم)، وهو ما يجعل سرعتها محدودة. ولهذا السبب اخترع شخص إيطالي دراجة قابلة للطي بعجلات ذات مقاسات عادية (يبلغ قطرها ٦٥سم).

ما سرها؟ إنها تُشَدّ إلى الهيكل وتُفصل عنه بحركة بسيطة، إذ ليس فيها مركز (انظر الصورة على اليسار). فكيف تسير الدراجة إذن؟ يوجد ترس، داخل العجلة الخلفية، هو الذي يسحب تلك العجلة بواسطة الاحتكاك. وحين يعود الإنسان إلى بيته، يفصل العجلات، ثم يطوي هيكل الدراجة فيصير بحجم مظلة (انظر الصورة إلى اليمين). وبحركة واحدة، لا يبقى له إلا أن يضع كل هذا في الدولاب الموجود بمدخل المنزل، وتنتهي المسألة!

RICCARDO BUCCHINO/SADABIKE

اسمها واضح: لديكم هنا نصف (half) ودراجة (bike). وفعلا، فإن القسم الأمامي من المركبة استعادة لمبدأ دراجة ربما عرفها جدُّ جدِّ جدّكم، هي البي-الكبيرة (التي صُنعت بين سنتي ١٨٧٠ و١٨٩٠م). وكانت تتميز بأن عجلتها الأمامية ضخمة، وتقاد بدواسات مثبتة مباشرة على مركزها (المحور الذي تدور حوله). وهنا أيضا، فإن العجلة الأمامية الضخمة هي التي تحرك الدراجة النصفية، ولكن الدواسات ليست مثبتة على المركز: بل هي تدير سلسلة تجرّ <العجلة المسننة< المثبتة على العجلة الأمامية، كما هو الحال في الدراجة الحديثة. يكون السائق واقفا، يداه على المقود، كما لو كان على دراجة رجْل. والفرق هو أن المقود... لا يدور! ذلك، أنه لما كانت العجلة الأمامية، العالقة في عمود المقود، ثابتة، فالدوران يمينًا أو شمالاً يحتاج من الراكب إلى أن يميل كما لو كان على لوح تزلج. في المؤخرة، عجلتان، قطر كل منهما ١٦ سم مركّبتان على نابضين، تقومان بدور مخفف الصدمات. ميزة نصف الدراجة أنها صغيرة الحجم (ارتفاعها ١,١م، وطولها متر واحد، وعرضها من الخلف ٣٤سم) ولا تزن إلا ٨,٥كيلوجرام. وبفضل المشاركة في التمويل، فإن مصمميها نجحوا في جمع مبلغ يفوق ٩٠٠,٠٠٠ يورو لتصنيع اختراعهم. ويمكن طلب هذه الدراجات مسبقًا من موقع الإنترنت halfbikes.com بثمن قدره ٤٩٩ يورو (ما يعادل ٢٠٤٠ريال سعودي تقريبًا). وستكون متوفرة من بداية العام القادم.

HALFBIKE II

الدراجة القابلة للطي



TONY KYRIACOU / REX FEA/REX/SIPA

كلا، فبالرغم من المظاهر، هذه الدراجة ليست مصنوعة من المطاط، بل من الألمنيوم كأغلب الدراجات! وقد تصوّرها شاب إنجليزي في الحادية والعشرين من العمر، اسمه كيفن سكوت «Kevin Scott»، وهي لا تُركن إلى جانب عمود، بل حوله. وميزتها أن قفلاً واحدًا يمكن أن يحمي في وقت واحد الهيكل والعجلات: وبهذا يوضع حد للدراجات التي تُسرَق عجلاتها الخلفية بطريقة همجية! ولكن كيف أمكن للأنبوب الأفقي والأنبوب المائل اللذين يشكّلان وسط الدراجة (باللون الأسود في الصورة)، أن يلتفا كالثعبانين حول العمود؟ الجواب، أن كيفن تصورهما كقصبات الخيمة تقريبا. ذلك أن الأنبوبين صمما على هيئة سلسلة من الاسطوانات يُدخَل كل منها في الآخر. وداخل الاسطوانة خيط من الفولاذ: حين يُشَدّ بعجلة مسننة، يؤمّن صلابة الأنبوبين. وإذا ما أُرْخي، يسمح للاسطوانات بأن تخرج كل منها من الأخرى، وهو ما يمكّن من ليّ الأنبوب. في الوقت الحاضر، ما زالت هذه الدراجة نموذجًا أوليا. ولكنّ ما يتوفر عليه من خصوصية يكفيه لإغراء الدراجين واحتلال موقع في مدننا.



التويست



هل تستمتعون بالتشارك الحاصل في جولة بدراجة ترادفية؟ أجل، ولكنكم تخشون ألا تجدوا دائمًا شخصًا يرافقكم... ما عليكم إذن إلا أن تختاروا التويست! فهذه الدراجة الترادفية تتحول رهن إشارتكم إلى دراجتين عاديتين. وإذا كان يسهل عليها إلى هذا الحد «أن تنقسم قسمين»، فذلك لأن عجلتها الوسطى هي في الحقيقة العجلة الخلفية لدراجة تويست التي ترتبط بها دراجة تويست أخرى. توجد إذن دراجتان: دراجة المقدمة وهي كاملة، ودراجة المؤخرة التي «بُترت» منها عجلتها الخلفية وثُبِّت هيكلها على العجلة الخلفية للدراجة الأمامية. وما العمل في مقعد الدراجة الخلفية ومقودها حينئذ؟ كيف نضعهما في الاتجاه الصحيح؟ استعدّ خوسيه هيرتابو «Jose Hurtado»، مصمم هذه الدراجة للأمر: إنهما يدوران لأنهما مثبّتان على عارضة معدنية موجودة فوق الهيكل، يمكنها أن تدور على محور عمودي (انظر الصورة في الأسفل). بقي مشكلة السلسلة... وقد وجد لها خوسيه حلا جذريا: عجلات دون مركز.



فسلسلة كل دراجة، وهي سلسلة تتحكم فيها دواسة تقليدية، تسحب عجلة مسننة مركّبة على الطرف الداخلي للإطار، وهو مسنن مثل الترس (انظر الصورة أعلاه). وهكذا تُصنع من تويستين دراجة ترادفية!

JOSÉ HURTADO

الطير الكاسر



المقصود بالطير الكاسر «الطير الجارح». وهو اسم مدهش، ولكنّ له تفسيرا: فعندما نكون متمددين على المركبة وقد ضممنا يدينا إلى الأمام نكون في وضعية شبيهة بوضعية أحد الطيور الجارحة الذي يضم جناحيه متأهبًا للانقضاض على فريسته! إن السائق الذي يكاد يكون متمددا، وذراعاه إلى الأمام، يتخذ بهذه الطريقة هيئة انسيابية ويخفض مقاومة الهواء الذي يخفف من سرعته حين يسير. زد على هذا، أن هذه الوضعية تسمح بالاستفادة من كامل دفعة الرجلين لأنهما تكونان في ذلك الوقت متمددتين تماما، خلافًا للدراجة التقليدية حيث تبقيان غالبًا مطويتين بعض الشيء. وينتج عن هذا زيادة في القوة ما زال مصمّمو الطير الكاسر بصدد تقويمه... وثمة تفصيل مضحك: بما أن دواسة هذه «الدراجة المتمددة» قد وضعت وراء العجلة الخلفية، تعين أن نقلب بـ١٨٠ درجة مجموع البكرة ومغيِّر السرعات والدواسات لنستطيع تركيبه. ينتج عن ذلك أن مغيِّر السرعات الخلفي يصبح مكشوفًا بلا حماية!

DEREK PLANK/BIRD OF PREY



فوسي

هذه الدراجة التجديدية هي ثمرة خيال روبير إيجر «Robert Egger»، وهو مبدع يعمل لصالح ماركة الدراجات الأمريكية «سبيشالايزد»، التي يعرفها عشاق الدراجات الجبلية حق المعرفة. ولقد صُمِّمت الفوسي لهدف واحد: السير ضد كل قواعد الاتحاد الدولي للدراجات، والتي تحدد مواصفات الدراجات المستخدمة في المسابقات، مثل سباق فرنسا للدراجات. ويرى روبير إيجر أن تلك المواصفات تكبح التجديد. ولذلك قرر ألا يفعل إلا ما يحلو له. هل الاتحاد الدولي يمنع استخدام العجلات التي يتجاوز قطرها ٦٥سم؟ إذن سيكون قطر عجلته الخلفية ٨٢سم! وفائدة ذلك أنك بدورة دواسات واحدة، تقطع ٢,٦٠م (مقابل مترين بالنسبة إلى عجلة قطرها ٦٥سم). وبما أن الانطلاق بعجلة بهذا المقاس يحتاج إلى مزيد من الطاقة، ركّب روبير محركا كهربائيا يساعده عند الانطلاق. وهذا العمل يحظره أيضا الاتحاد الدولي للدراجات! ومن الأمام فضّل هذا المخترع الأمريكي عجلة صغيرة حتى يجعل دراجته أكثر مرونة. وفعلا، إذا كانت العجلات كبيرة جدا، فإن زاوية الانحناء تكون مفرطة الاتساع: وبالتالي يستحيل الدوران في منعطف ضيق. والنتيجة أن السائق يرتمي إلى الأمام على مثبت العجلة. وهذا جهاز تقني آخر يمنعه الاتحاد الدولي للدراجات، لأنه يحسّن الانسيابية. تماما كاللوحة الزجاجية المثبتة فوق المقود... جزئية أخيرة، يوجد حامل صغير، على مثبت عجلات الفوسي، يمكن للسائق أن يضع عليه بكل أمان هاتفه الجوال (انظر الصورة على اليمين). إنه أمر عملي. ■

(١) COMPLÈTEMENT FOUS, CES VÉLOS!,
Science & Vie Junior 316, P 56-61
(٢) Romain Raffegeau

CARSON BLUME

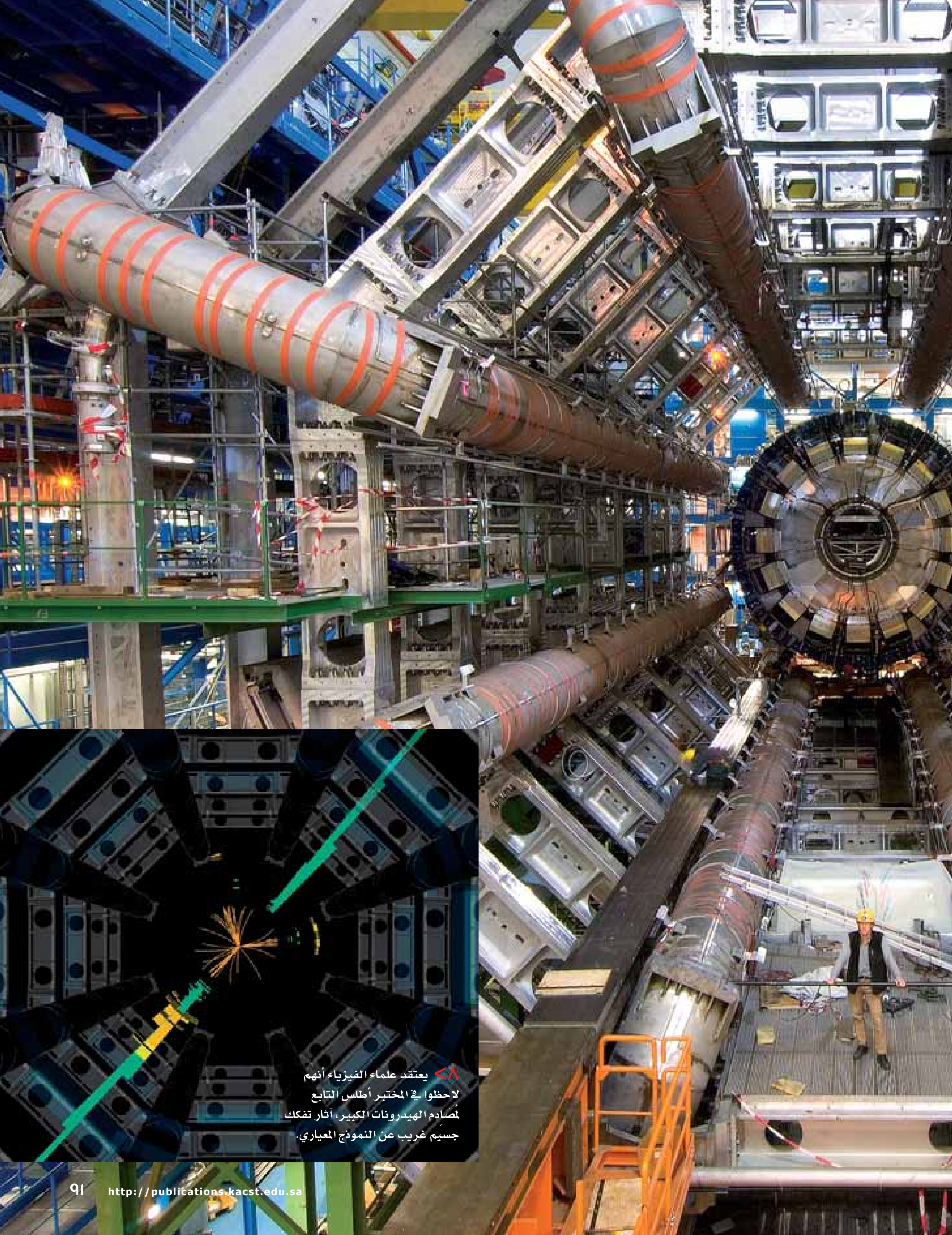


CERN

اكتشاف محتمل لجسيم من نوع جديد[1]

في الوقت الحاضر، ليست سوى نتوءات صغيرة على الرسوم البيانية التي هي خلاصة ما قدمه علماءُ الفيزياء في العام الماضي من نتائجِ تجارب «اللولب المركب للميون» (Compact Muon Solenoid «CMS») و«أطلس» ضمن «مُصادِم الهيدرونات الكبير» (LHC)، وهو معجّل الجسيمات الضخم التابع للمنظمة الأوروبية للأبحاث النووية سيرين (Cern) بجنيف في سويسرا. ولربما كانت مجرَّد تذبذب إحصائي. ولكن من الواضح، أن حماسًا شديدًا يسود من جديد أوساط فيزياء الجسيمات. ذلك أن تلك الإشارة المسجلة، يمكن أن تكون، في نظر المتخصصين، أول إشارة ملموسة إلى فيزياء جديدة بشكل كامل، قد تأخذ هاهنا شكل جسيم غير معروف، ربما يكون تفككه قد تجسد في مختبراتهم. ويرى إيف سيروا «Yves Sirois»، من مختبر لو برنس-رينقيه (بباليسو)، أن هذا الجسيم "يمكنه أن يفتح الطريق لحل لغز الكتلة الناقصة في الكون، أو يفسر الاستقرار المدهش للفضاء الخارجي". وباختصار، إن تأكد هذا الاكتشاف، فإنه سيشكل "بداية عهد جديد زاهر لفيزياء الجسيمات" كما قال آدم فالكوفسكي «Adam Falkowski»، من مختبر الفيزياء النظرية بأورساي في فرنسا، بحماس، في مدونته. "ولعلنا نحظى بجواب على هذه المسألة قبل الصيف المقبل". ∎

(١) UNE PARTICULE D'UN GENRE NOUVEAU AURAIT ÉTÉ DÉTECTÉE, Science & Vie 1181, P 16-17



<٨ يعتقد علماء الفيزياء أنهم لاحظوا في المختبر أطلس التابع لمُصَادم الهيدرونات الكبير، آثار تفكك جسيَم غريب عن النموذج المعياري.


DANIEL HEUCLIN

٩ مهن علمية لا تُصدَّق ولكنها حقيقية[١]

هل تحلمون بالعمل في مجال العلوم، ولكنكم لا تريدون أن تُمضوا حياتكم في أحد المختبرات؟ مجلة «العلم والحياة للصغار» انتقت لكم تسع مهن علمية كل واحدة منها أكثر غرابة من الأخرى... ولكنها جديرة تماما بالاهتمام!.

بقلم: أليكسان روبيوز [٢]

مساعد باحث لزرع مخلفات الإنسان

الكفاءة المطلوبة أن يكون المرء مستعدًا لاكتشاف مسالك جديدة في الطب.

خذوا مخلفات الإنسان، أضيفوا إليها ماءً مالحًا. اخلطوا كل هذا حتى تحصلوا على هريس متجانس. قوموا بتصفية المحلول لنزع كل الجزيئات التي لم تهضم جيدا... ها هو جاهز! هذا العصير المقزز ينبغي أن يقدَّم في الساعات التالية، وإلا فإنه يجمُد. اطمئنوا، إنه لا يُتناول بالمصاصة، بل ينقل مباشرة إلى الأمعاء باستخدام أنبوب يُدخَل في الأنف أو في الشرج! هذا الخليط المشكَّل يُعدُّه صيادلة، يعملون في مستشفيات تقوم بـ«زراعة البراز»، وهي نوع جديد من المعالجة لمداواة التهابات الأمعاء التي تتسبب فيها بكتيريا المطثيَّة العسيرة. في الأوقات العاديَّة، تكون الأمعاء مزدحمة بنَبِيت كثيف (بكتيريا، فيروساتٍ، فطريات) يساعدنا على الهضم، وينتج فيتامينات، ويقوي جهازنا المناعي، ...إلخ، وعندما تترسب المطثية في الأمعاء، تختل تلك الوظائف وتتكون عدد من الأمراض. لذلك يعمد الأطباء إلى إزالة النبيت المعوي التالف، ثم يحقنون «تطعيماً» سائلاً يحوي نبيت شخص سليم. وبهذه الطريقة يستفيد المريض من مجموعة حيوية من الكائنات الحية المجهرية الوظيفية!



PLUTTARK POUR SVJ



جامع سموم الثعابين

الكفاءة المطلوبة أن يتحلى المرء بجفاف اليدين ورباطة الجأش!

إن الأمـر يبـدو أشبـه بتربيـة أبقـار حلوبـة، ولكنكم لا تقدِّمون حليبهـا إلى أي رضيـع ولـو كان رضيع ألدّ أعدائكم. يربّي ريمي كساس «Rémi Ksas» وجوردي رينـز «Jordy Reynes»، في مقـرّ شركتهما «عالم السـم» بمقاطعة سانت مارتن بفرنسا، ٨٥٠ ثعبانا، من خمسين نوعا مختلفة، كلها سامة. وما يهمهم منها هو سمّهـا! ومـا إن يُجمع هذا السائل النفيس، حتى يُعهَد به إلى مختبـر «لاتوكسان – Latoxan»، الذي يستخدمه لإنتاج مضادات السموم، أو تطوير أدوية جديدة. ولكن لنرجعْ إلى ثعابيننا: لاحتلاب تلك الزواحف، يتعين على ريمي أن يمسك بها دون سلاح. يقول: "الطريقة الوحيدة للنجاة من العضة، هو القبض عليها في مستوى مفصل الفك. ومن هنا يلزم المرء حاسة لمس قوية. وهو أمر مستحيل بالقفازات!". وحـين يسيطـر ريمي بيد واحـدة على الثعبان، يجبره على عض كأس مغلفـة بشريط بلاستيكي يثقبه الثعبـان بأنيابه. وبيده الأخـرى، يُدَلِّك غدتين موجودتين على جهتي الرأس. وفي لحظات قليلة، يكون الثعبان قد حقن في الكأس كل مـا عنـده من سـم (وتصل الكمية عنـد أفعى الغابـون إلى ١٠ مل، وهـو ما يعادل جرعة كاملة من شـراب الرمان). أما الأنواع الكبيرة، مثل المامبا السـوداء، فتحتـاج عملية حقنها إلى شخصين، يتـولى أحدهما الإمساك بالجزء الخلفي للثعبان مشدودًا حتى يتجنب التفافه على ذراع من يحلب السم...

الغطس في المياه القطبية

الكفاءة المطلوبة عدم التهيب وعدم الشعور بالبرد.

ليسـت غطسـة في ميـاه تبلـغ حرارتهـا ١٨ درجـة مئوية تحت الصفـر أمـرًا يمكـن أن يثنـي العلماء عـن طلب المعرفة! هل >المياه القطبيـة< في القطـب الشمـالي والقطـب الجنوبي ثلجيـة؟ إذن يكفـي المـرءَ أن يلبـس لباسًا واقيًا قبـل أن يسبح فيـه! يفصّـل سيريـل قاللـو «Cyril Gallut»، وهـو غطاس ومتخصـص في دراسـة حيوانـات الأعمـاق البحريـة بجامعـة بيار وماري كوري (باريس)، لباسَه: خمس طبقات من الثياب القطبية، بدلة مطاطية كاملة، وقفازات مانعة تمامًا لتسرب الماء. يقول: "نقطة الضعف هي اليدان: ففي وقت وجيز جدا، نشعـر بالـبرد، وبـألم، وبعد لحظات ينعـدم إحساسنـا بهما". وحـين يتـزود سيريـل وزمـلاؤه بالمعـدّات اللازمـة، يغامـرون بالنـزول إلى عمـق عشريـن مـتـرًا تقريبًـا لجمـع العينـات. يقـول: "نضـع سلسلـة مـن عشـر صفائـح مـن >بوليفينيل الكلوريـد (بـي في سي)< في القاع البحـري، ونعود كل سنة لنسترجـع واحـدة منهـا، وندرس الكائنـات الحيـة البحريـة التـي استوطنتهـا". ويهتم علماء آخـرون بسلوك الحيوانات: بمتابعـة تحـركات الصدفـات الثنائيـة الصمـام (شبيـه ببلح البحـر والمحـار)، فيلصقـون بقواقعهـا لاقطـات قـادرة علـى اكتشـاف أصغر رعشة. وبهـذه الطريقـة، يستطيعون متابعة تحركاتهـا إلى حدود جزء من مائة من الثانية! ويصل الأمـر ببعـض الغطاسـين إلى وضـع مختبرات تحت البحر لتحليل المـاء. وحـين يصعـدون إلى السطح، بعد غطـس لا يتجاوز ٤٥ دقيقـة، فإنهم يرتجفون مرهقين... ولكنهـم يعودون بأنفس الكنـوز بالنسبة إلى العلماء: العودة بمعلومات ليس للإنسان معرفة بها من قبل.

إضاءة

تبقى **المياه القطبية** سائلة تحت درجة صفر مئوية، بسبب تركيزها العالي من الملح.

بوليفينيل الكلوريد (بي في سي) مادة بلاستيكية تستخدم بكثرة، في صورتها الصلبة، في صناعة الأنابيب، وإطارات النوافذ، وبلاطات الأرضيات، وغيرها.

SHUTTERSTOCK



المتنصت على الأشجار

الكفاءة المطلوبة أن يكون موهوبًا في الزراعة ومرهف السمع.

"تفضلي، سيدتي الصنوبرة، سأفحصك". بوب! بوب! بوب! "أممم... أظن أنك تعانين من الجفاف". الإصغاء إلى الأشجار، هو التقنية التي يستخدمها اسكندر بونومارينكو «Alexandre Ponomarenko»، وهو عالم فيزياء في المختبر المتعدد بمدينة غرونوبل بفرنسا للتعرف على الأعراض الأولى للجفاف. وهذا يحتاج إلى شيء من الشرح. فالماء والأملاح المعدنية التي تستمدها الجذور من التربة تكوّن النسغ الخام، الذي يسري في الأوعية ليغذي مختلف أجزاء الشجرة. وتترابط جزئيات الماء بعضها ببعض بروابط كيميائية. وحين تتنفس الشجرة، في مستوى الأوراق، تتبخر تلك الجزئيات وتَجذب إلى أعلى السلسلةَ بأكملها. وقوة الجذب هذه هي التي تؤمّن دوران النسغ. وفي مواسم الجفاف، يقل الماء المتوفر في التربة، ولكن الجزئيات التي تتبخر تواصل جذب الجزئيات الموجودة في الشجرة. وبما أن عدد تلك الجزئيات الموجودة في الشجرة والداخلة منها عبر العروق يأخذ في التناقص، فإنها تزداد تعرضًا للجذب. وعندما تبلغ نقطة معينة تصاب بالتلف. بوب! وتظهر فقاقيع هوائية. الصوت الذي تصدره، سُجّل بـ(ميكروفون)، حادّ إلى درجة أن الأذن البشرية لا تستطيع أن تسمعه. ولكن إذا خفضنا <تردده>، استطعنا أن نسمع أصواتًا قصيرة، تعتمد قوتها على حجم فقاعة الهواء المكوّنة. إن علم السمعيات أداةٌ عملية جدًا لتقويم الحالة الصحية للأشجار. وبالإضافة إلى ذلك، يهتم إسكندر بقضية أخرى: هي كيف تبقى الأشجار على قيد الحياة في البرد؟ وقد بدأ هذا العالم يرهف سمعه ليظفر بجواب.

مجرّب طاردات أو مكافحات البعوض

الكفاءة المطلوبة أن يكون للمرء ذراع طويلة، وألا تكون لديه حساسية للدغ البعوض.



٢٧ درجة مئوية، ونسبة جيّدة من الرطوبة. تلك هي الظروف التي يعمل فيها العلماء الذين يربّون البعوض. وهم يفعلون ذلك لغاية نبيلة: هي إيجاد وسائل لمقاومة الأمراض التي تنقلها تلك الحشرات الصغيرة، مثل حمى الضنك (وهي نوع شديد من أنواع الحمى) أو الشيكونْغُونْيا (وهي حمى قوية، مصحوبة بأوجاع حادة في المفاصل). ولهذا فإنهم يقبلون أن يكونوا فريسة لحشود البعوض الجائعة! نشاهد على الصورة إحدى العالمات وهي تغذي البعوض من دمها، كما يُعطَى العلف للأبقار. ولكن يوجد بروتوكول أعدته **>منظمة الصحة العالمية<** يتعلق بتجربة جدوى طاردات البعوض في المختبر. وفي وقت التجربة، توضع حوالي ٢٥٠ أنثى (والبعوضة الأنثى هي الوحيدة التي تلدغ لأنها تحتاج إلى الدم لتبيض) في قفص بلوري. وقبل أن يخضع المتطوعون لهذا الاختبار المزعج، يغسلون ذراعهم بصابون لا رائحة له ثم بالكحول. ثم يطلونه بالمنتج الطارد للبعوض الذي سيجربونه، ويضعونه في القفص. يبقى بعد ذلك أن يتحملوا... يدوّن العلماء بعد ذلك الوقت الذي يبدأ البعوض في نهايته في اللدغ، وهو ما يشير إلى جدوى المنتج.



UNISTRA

إضاءة

تنتشر الأصوات في شكل موجات، تتميز **بترددها**. وهو يعني عدد الموجات الصادرة في الثانية: وكلما ارتفع عددها، كان الصوت أكثر حدة.

منظمة الصحة العالمية مكلفة بحماية الصحة العمومية. وهي تحدد القواعد الواجب مراعاتها في معالجة الأمراض والوقاية منها.

منطقة أسماك

الكفاءة المطلوبة لا شيء غير ما يمكنك أن تتعلمه من التدرب عند بائع سمك.

سكاكين حادة، وجوارب بلاستيكية، وعلب تبريد. تجوب ميشال ستودينجير «Michelle Staudinger» موانئ السواحل الشرقية للولايات المتحدة الأمريكية، بكل أمتعتها، مستعدة للإمساك بالصيادين العائدين إلى الميناء، طارحة عليهم سؤالا غريبا: هل يمكنني أن أنظف أسماككم مقابل بعض العينات؟". تدرس هذه المتخصصة في علوم الحياة البحرية السلاسلَ الغذائية في البيئة البحرية. ولتَعْرِفَ على وجه الدقة من يأكل من، تقوم بجمع عينات ميدانية كل أسبوعين. ولها موهبة خارقة: التعرف على نوع السمكة وجنسها، وقياس طولها ووزنها، وشق بطنها، واستخراج كبدها ومعدتها، وأخذ عينة من عضلة ظهرها... لا يحتاج منها هذا كله إلى أكثر من خمس دقائق! ثم تخزن عيناتها في علبة تبريد، وتحملها إلى المختبر. هناك، تترك سكاكينها جانبا، وتلبس رداءها الأبيض وتأخذ في عملية تشريح أكثر تقليدية، تسمح لها بمعرفة ماذا أكلت السمكة منذ أسابيع بل وحتى منذ شهور سابقة!

الفحص
ملوّث
096523 A

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION/UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS AMHERST



عينة مما تعثر عليه ميشال في بطن السمك.

طبيب شرعي للثدييات البحرية

الكفاءة المطلوبة معرفة التعامل بالسكين، هذا العرض لا يشمل الحطابين: فالحرارة الصادرة عن آلة قطع الخشب تذيب شحم الحيوان.

يوم الاثنين ٩ نوفمبر ٢٠١٥م. تدخل سفينة قادمة من البرازيل ميناء قوند (بلجيكا). ومن الرصيف، يُلاحَظ وجودُ مسافر مخالف للقانون: إنها جثة حوت معلقة في مقدمة السفينة! بصورة طارئة يُدعَى تيبري جونيو «Thierry Jauniaux»، وهو بيطري في جامعة لياج في بلجيكا للقدوم. وفي المكان ذاته، يتم القيام بالفحص اللازم لتحديد سبب الموت. تُستخدم رافعة لنقل الحيوان على الرصيف. وبعد وزنه، يقوم البيطري بسلسلة من الفحوصات الخارجية: لا عضّات، ولا آثار لشِبَاك، ولا قرائن دالة على سوء تغذية... بعد هذا، يفتح بطن الحوت. وبسكين طوله ٣٠ سم يقوم بشقوق كبيرة في الشحم. يقول: "ندخل حبالاً في البطن، ونسحب ما بداخل الحوت بجرّافة. استطعنا أن نستخرج خرَقًا يتجاوز وزنها ٢٠٠ كيلو جرام!" وفي كل مرحلة، كان البيطري يستخرج عينات ليبحث فيها عن مواد سامة أو عن آثار أمراض. وأخيرا، وجدها! فقد لاحظ في مستوى القفص الصدري وجود أورام دموية. وهذه الأورام الدموية لم يكن بوسعها أن تتكوّن إلا بعد صدمة قوية للحوت. ووجد في ذلك دليلاً على أن سبب موت الحوت هو ما كان توقعه: أي اصطدامه بالباخرة. ويقوم هذا البيطري، سنويًا، بتشريح ما يقارب ٢٠٠ من الثدييات، وُجِد القسم الأكبر منها على السواحل الشمالية الفرنسية والبلجيكية (وقد أُحصيَتْ سنة ٢٠١٤م حالات موت ثدييات بحرية على سواحل البلاد الفرنسية بلغ عددها ١٢٩٩ حالة). وفي كل مرة، يُجري تحقيقًا شبيهًا بمسلسل بوليسي. وعادة يكون العدوّ رقم واحد هو الفقمة الرمادية. "التي دلت عينات <الحمض النووي> المقتطعة من العضات على أنها سفاح الثدييات البحرية".


تشريح حوت جنح على سواحل سابل دولون.

OBSERVATOIR PELAGIS

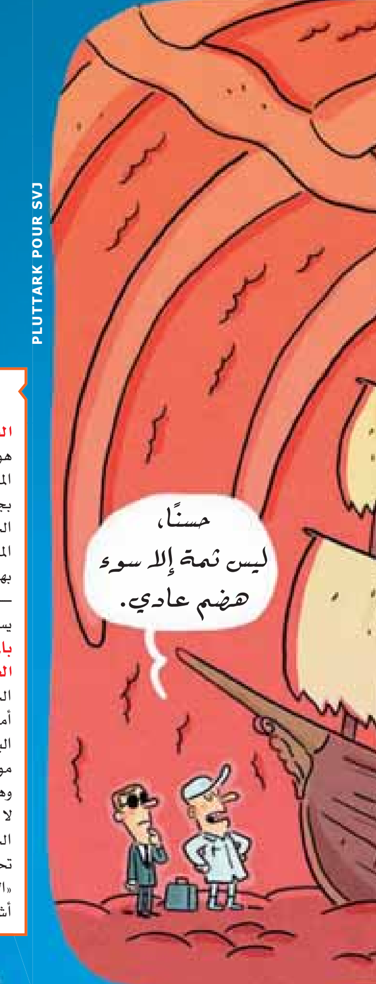
مستشار زواج لحيوانات الباندا

الكفاءة المطلوبة اللياقة والصبر، الكثير من الصبر.

ثلاثون كيلو جرامًا من نبات الخيزران كل يوم! في حياة الباندا العملاق، الاستراحة للطعام، أمر مقدس: وهو يقضي ما يقارب ١٤ ساعة يوميًا في الأكل، أما الساعات الباقية فيقضيها في النوم والهضم. ويرى الأطباء البيطريون في قاعدة شانقدو (الصين)، وهي مركز بحث مخصص لتربية الباندا والحفاظ عليها أن الأمر لا يثير أي إشكال... إلا حين يأتي وقت التزاوج. وفعلا، ففي فصل الربيع، لا يكون لجميع علماء المركز إلا هَمٌّ واحد: هو مساعدة حيوانات الباندا، المهددة بالانقراض، على التزاوج. وليس الأمر باليسير! فأنثى الباندا لا تكون مستعدة للتزاوج إلا ثلاثة أيام في السنة، ولا تبلغ ذروةَ نشاطها إلا في يوم واحد. وقد يخطر ببالنا أن الذكور تنتظر ذلك اليوم بفارغ الصبر، كلا، وألف كلا: فـ٦٠٪ من هؤلاء السادة المحترمين ليس لهم أي اهتمام. ولإثارة هذه الدببة الكبيرة بعض الشيء، لم يترك العلماء حيلة إلا جربوها: التغذية المنشطة، التمارين الرياضية، وغير ذلك، لذلك فضلوا اللجوء إلى التلقيح الاصطناعي. وبعد ذلك، يتابعون حملها بعناية –فلها الحق حتى في عمليات <التصوير بالموجات فوق الصوتية>– وبعد خمسة شهور، إن سار كل شيء على ما يرام، يولد صغيران وريان تماما. وفي سنة ٢٠١٥م، وُلدَ في شانقدو ١٣ باندا. وللعلم، يبلغ اليوم عدد حيوانات الباندا في العالم ٤٢٥ في الأقفاص، وأقل بقليل من ٢٠٠٠ في البرية...


بيطري من مركز شانقدو يفحص الباندا وي-يو

JÉRÔME POUILLE



PLUTTARK POUR SVJ

إضاءة

الحمض النووي هو جزيء يحمل المعلومات الخاصة بجميع الكائنات الحية، وخاصة المعلومات التي ينفرد بها كل نوع.

يسمح **التصوير بالموجات فوق الصوتية** برؤية الجنين في بطن أمه، بأن يوضع على البطن مسبار يبث موجات فوق صوتية. وهذه الأصوات التي لا تُسمَع يرسلها الجنين، ويكشف تحليل تلك «الأصداء» عن أشكال جسمه.

الفحص حسّاس 096523 A

STUART CONWAY/CAMERA PRESS/GAMMA

متشمم لصالح الوكالة الوطنية للفضاء والطيران (ناسا)

الكفاءة المطلوبة حاسة شم لا تخطئ. ويُراقَب أنف المتشممين مرة كل أربعة أشهر بفضل اختبار لعشر روائح عليهم أن يتعرفوا عليها.

ملابس، معجون أسنان، صور عائلية. لا يرسَل شيئ إلى الفضاء دون أن يمر على أنف جورج ألدريتش «George Aldrich» (انظر الصورة). فهو منذ ما يزيد على أربعين عاما، يتشمم كل ما تريد ناسا إرساله في مهامها المأهولة. ذلك، أن المركبة الفضائية حين تكون في مدارها، يستحيل تهوئتها إن اجتاحتها رائحة كريهة. كما أنه لا يمكننا أن نلغي مهمة بسبب شحنة نتنة! ولذلك، فإن أي جسم يحتمل أن يرسَل إلى الفضاء، بعد أن يخضع لاختبار السُمِّيَّة، يحال إلى جورج ألدريتش وإلى أعضاء فريقه الأربعة. يفتحون مناخيرهم على اتساعها ويسجِّل كل منهم الجسمَ على سلَّم يتراوح بين ٠ و٤ درجات، يسير من «رائحة يتعذر التعرف عليها» إلى «أخرجوا هذا من هنا!». فإذا كان متوسط الدرجات يفوق ٢,٤، يُمنع الجسم من الرحلة الفضائية. وهذا هو السبب في أن أفلام، صور، كُحْلَ رموش، أقلام ودمى حيوانية محشوة، لم يُسمح لها قط بمغادرة الأرض. ■

(١) 9 MÉTIERS SCIENTIFIQUES INCROYABLES MAIS VRAIS, SVJ 317, P 56-61
(٢) Alexane Roupioz

هل كل الحيوانات تنام؟

نعـم، إن كان المقصـود هو أخذ قسـط من الراحـة، أي انخفاضـ في النشـاط والتيقـظ، دون فقـدان للوعـي، أو تَدَنٍّ حاد في الاسـتجابة الحسية. يجيب جيروم سيغل (Jerome Siegel)، المتخصـص في النـوم (بجامعـة كاليفورنيـا- الولايات المتحـدة الأمريكية) على هذا السـؤال بقولـه: "إن كل الأنـواع، بمـا فيهـا الوحيـدة الخليـة، تأخذ فـترات للراحة". ويواصـل «إيف دوفيلييه» (Yves Dauvilliers) طبيب الأعصاب المتخصـص في النوم في المركز الطبي الجامعي بمونبلييه بفرنسـا فيقـول: "إن عملية المراوحة بين النشـاط والراحة ضـرورية للحيـاة وللبقاء على قيـد الحياة، ولعلها ترجـع إلى الفترة التي ظهرت فيها الحيوانـات الأولى الوحيدة الخلية، منـذ ما يناهـز ٣,٥ مليار سـنة". أمـا إذا كان موضـوع الحديث هو النوم «الحقيقي»، على نحو ما نجده عند الآدميين، فالجواب هو: لا. ويحسم جيروم سـيغل الأمـر فيقول: "ليـس بمقدور كل الحيوانات أن تجرب النوم".

الثدييات تنام

إن النـوم، خلافـا للراحـة، هـو حالـة من السـكون، يمكـن أن تُعكَس بسـهولة، مصـحوبة بنقص كبير في الاسـتجابة الحسية. وهو يتكون مـن ٤ أو ٥ أدوار تتكـرّر عـدة مـرات كل ليلـة، مـع تناوب بـين النـوم الخفيف والنـوم العميق، الـذي يتسـم بنشـاط ذهنـي كثيـف وبحركات بصـرية، ومن هنا جاءت تسـميته الأخرى بنوم «حركـة العـين السـريعة» (REM: rapid eye movement). ولكن كما يقول جيروم سيغل "إن كان هـذا النوع مـن النوم، أي نـوم حركة العين السـريعة، موجودا لـدى كل الثدييات الأرضـية التي تم الكشـف عنها، فلسـنا نملك الدليل على وجوده لدى الحوتيات (كالدلافين، والحوت...)، أوالزواحف (وهي تعدّ ٨٠٠٠ نوع)، أو الأسـماك (وفيها ٣٠٠٠٠ نوع)، أو الحشـرات (وهي تضم ٧٠٠٠٠٠ نوع).

وفيمـا يخص الأنـواع التي تنام حقـا، فإن حاجتهـا إلى النوم ليسـت بدرجة واحـدة. فإن كان الإنسان ينام بمتوسط ثماني ساعات يوميا، فـإن الفيـل، لا ينـام إلا ثلاث سـاعات، في حين تصـل بعض الخفافيش إلى عشـرين سـاعة في اليوم!



٨ حتى الأنواع الوحيدة الخلية، كهذه المتطاولة، تَخلد إلى الراحة أحيانا... ولكن ذلك لا يعدو أن يكون انخفاضا في نشاطها.

هل عدد العُسَّر أكبر في الشعوب التي تكتب من اليمين إلى اليسار؟

بـالعكس، فـالعسّـر أقـل عـددا في تلك الشعوب! وبحسب دراسة أجراها عالم النفس البريطاني كريس ماك مانوس (Chris McManus) عن الإمـارات العربية المتحدة، وجد أن العسّر لا يمثلون فيها إلا ٧,٥٪ من مجموع السكان، مقابل ١١,٥٪ في البلدان الغربية. يقول: "إن معدل العسّر ينحو إلى الارتفاع في أوروبا الغربية، وإلى الانخفاض شيئا فشيئا من الغرب إلى الشـرق، حتى يصل إلى مستواه الأدنى بمعدل ٤٪ في اليابان. مع أن أغلب اللغات التي تُكتَب من اليمين إلى اليسار يُتَكلَّم بها في الشرق". وهو يرى أن هذا ربما يتناسب بمعدل أقل، في تلك البلدان، للجينات التي تُشجّع العُسْرَوِيّة؛ في حين يرى فيها آخرون علامة على وجود ضغط اجتماعـي أكبر مضاد للعسّر. فهل الناطقون بالعربية المستخدمون لليد اليمنى، شأنهم شأن الناطقين بالفرنسية، يَلْوُون معاصمهم؟ يؤكد كريس مانوس ذلك فيقول: "هذا مـا لاحظته، ولكن لا توجد أي دراسة تصدّت لقياس مقدارهذه الظاهرة".



∧ حين تخرج البوصلة من الحقل المغناطيسي الأرضي، فإنها تقع تحت تأثير الحقل المغناطيسي البَيْكَوْكَبي (النموذج هنا على اليسار).

F.FOX/SPL/COSMOS - ZUSE-INSTITUT BERLIN - A.DAGAN

ما هي الوجهة التي تؤشر إليها البوصلة في الفضاء؟

يختلف الأمر باختلاف الموضع الذي نكون فيه. يجيب عن هذا السؤال جان-إيف برادو (Jean-Yves Prado)، وهو مهندس في المركز الوطني للدراسات الفضائية، بمدينة تولوز بفرنسا، قائلا: "في المنطقة التي يهيمن عليها الحقل المغناطيسي الأرضي، والتي يمكن أن تمتد مئات آلاف الكيلومترات، تظل الإبرة تؤشر إلى القطب الشمالي المغناطيسي الأرضي". ولكن، وراء تلك المنطقة، تتأثر البوصلة بالحقل المغناطيسي البين كوكبي (بين الكواكب) الذي يقول عنه برادو: "إن الحقل المغناطيسي البين كوكبي المنبثق من الشمس، يلتف في دوامة مترامية الأطراف. وبسبب تلك البنية المركبة، تتجه إبرة البوصلة إلى الشمس، مع انحراف يصل إلى حوالي عشرين درجة". وإذا اقتربنا من كوكب لديه حقل مغناطيسي، كالمشتري، فإن البوصلة تغير اتجاهها. ولكن خارج النظام الشمسي يصعب علينا أن نقول إلى أي اتجاه تؤشر إبرة البوصلة.

كيف تقوم نبتة «المُسْتَحِيَة» بضمّ أوراقها حين نلمسها؟

إن الآلية التي تستخدمها هذه النبتة الاستوائية المنشأ واسمها العلمي هو ميموزا بوديكا (Mimosa pudica)، معروفة منذ قديم العصور. يجيب على هذا السؤال برونو موليا (Bruno Moulia)، مدير البحث في علم الأحياء الميكانيكي للنباتات بالمعهد الوطني للأبحاث الزراعية كليرمون فيرون بفرنسا، فيقول: "إن ممارسة أي ضغط على نبتة المُسْتَحِية تتسبب في سلسلة من ردود الأفعال داخل خلاياها". فما إن تُلمَسَ أوراقُها، حتى تنطوي على نفسها في ثوان قليلة. ويمثّل رد الفعل الانطوائي هذا آلية دفاعية ضد المعتدين.

حركة سريعة جدا

ويفسر الباحث ذلك بقوله: "حين يقوم أحد الحيوانات العاشبة في قضم تلك النبتة، فإنها تنطوي على نفسها، وتتخذ هيئة شتلة ذابلة، أقلّ إثارة للشهية". ونتيجة لذلك، فإن الحيوان، بفعل المفاجأة وخيبة الأمل في مرعاه، يتركها ويواصل طريقه. ورغم أن الميموزا بوديكا اشتهرت بحركاتها المدهشة، فإنها في الحقيقة تشترك مع نباتات أخرى في حاسة اللمس. ولكنّ ما يميّزها من غيرها هو سرعة انطوائها على نفسها. لذلك يقول برونو موليا: "إننا إذا أردنا الدقة، كان الأجدر بنا أن نسمّي تلك النباتات «السريعة» لا «المستحية»".

إن حاسة اللمس تسمح لكل النباتات بأن تتفاعل مع حركات المس، كما أنها تحس بالريح، التي تمثل أيضا خطرًا بالنسبة إليها. وبما أنها قادرة على التأقلم مع محيطها، فإنها تستطيع عندئذٍ أن تتصلب في مواجهة العواصف.

ولكن الأمر لا يقف عند هذا الحد، فالباحث يضيف: "لقد أثبتنا مؤخرًا أن آليات قريبة من اللمس تسمح للنباتات بالإحساس بهيئتها في الفضاء". وهذه الحاسة الميكانيكية -تسمى بالإدراك الحسي العميق[٢]- والتي لاتقتصر على الحيوانات فقط.



هل نعرف السبب الذي يدعو الذباب إلى أن يحكّ أرجله؟

المؤكد أن الذباب يفعل ذلك من أجل صحته، وإن كان المرجَّح أنه لا يوجد أي متخصص في ذباب الفواكه خص هذه المسألة بدراسة جادة. وترى «ميشال-كروزاتييه بورد» (Michèle-CrozatierBorde)، -مديرة دراسات في المركز الوطني للبحث العلمي- أن "الأمر يمكن أن يكون عملية تنظيفية لإزالة بقايا الأغذية، أو مجرد فعل انعكاسي صحي. ذلك، أن أرجل الذباب مغطاة بزغب حسي يسمح لها برصد الحرارة والرطوبة أو... الروائح. وإذا علقت بذلك الزغب بعضُ الشوائب، قلّت فعاليته. ولذلك فربما كانت الذبابة تحك أرجلها لتنظيفها". وهذه الفرضية تؤيدها دراسات «دومينيك فيراندون» (Dominique Ferrandon) من معهد علم الأحياء الجزيئي والخلوي بمدينة سترازبورج بفرنسا (المركز الوطني للبحث العلمي)، يقول: "حين نرش ذباب الفواكه بأبواغ الفطر اللزجة، فإنها تنظف جسمها بأرجلها في أقلّ من ساعة. ويمكننا أن نستنتج أنها حين تحك أرجلها إنما تغسلها بعد أن أزالت الأبواغ عن بقية جسمها". وبهذا يبدو أن الذبابة أنظف بكثير مما توحي بها الصورة الرائجة عنها.

لماذا لم يعد

تجيب عن هذا السؤال «كاتي كليربو» (Cathy Clerbaux)، من جامعة بيار وماري كوري بفرنسا، وهي تبحث في هذه الأنواع المختلفة من الأمطار التي يقل فيها الأس الهيدروجيني عن ٥ درجات، فترى أن حديث الناس عن الأمطار الحمضية قلّ "لأن نسبة هطولها عندنا انخفضت اليوم بشكل ملحوظ".

وترتبط الأمطار الحمضية بانبعاث غازات: من قبيل ثاني أكسيد الكبريت، المتولد من إحراق الفحم ومن الصناعة؛ وأكسيدات النيتروجين، الناتجة عن المَرْكَبات المزوَّدة بمحرّك؛ وغاز النشادر الناشئ عن نشر الأسمدة...

إن هذه الأمطار، بسبب حموضتها، تمثل خطرًا جسيمًا على صحتنا (إذ تتسبب في أمراض تنفسية...)، وعلى البيئة (من خلال تساقط أوراق الأشجار، وانقراض عدد من الأنواع، وتكاثر أنواع



الناس يتحدّثون عن الأمطار الحمضية؟

أخرى...)، وعلى المباني (ذوبان الصخور الكلسية).

وقد ثبت، بداية من الستينيات الميلادية من القرن الماضي، أن هذه الأمطار مشكلة خطيرة، وكثر الحديث عنها في الثمانينيات الميلادية. ومنذ ذلك التاريخ، أخذت تغيب تدريجيا عن وسائل الإعلام لأنها صارت نادرة في أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية. وتفسر كاتي كليربو ذلك بأن "تحولات كثيرة أسهمت في الحد بشكل ملحوظ من انبعاث الغازات التي تزيد نسبةَ الحموضة. من ذلك، أن إغلاق مناجم الفحم الفرنسية في بداية التسعينيات الميلادية نهائيا أنقص كثيرا من طرح ثاني أكسيد الكبريت؛ كما أن فرض العوامد الخافضة للتلوث على السيارات الفرنسية الجديدة بداية من سنة ١٩٩٣م، أسهم في الحد من انبعاث أكسيد النيتروجين".

ويضيف عالم الجيولوجيا «سوجاي كوشال» (Sujay Kaushal) (من جامعة ماريلاند في الولايات المتحدة الأمريكية): "إن أهم البلدان المعنية اعتمدت سياسات تهدف إلى الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت". كما أنها وقّعت اتفاقيات، مثل اتفاقية التلوث الجوي بعيد المدى العابر للحدود، التي تمت المصادقة عليها سنة ١٩٨٣م من قبل ٣٤ بلدا من أكثر البلدان تلويثا في ذلك الوقت، من بينها البلدان الأوروبية.

هذه الأمطار الحمضية محدودة جدا في أوروبا

وقد نتج عن ذلك، أنه بحسب الوكالة الأوروبية للبيئة، سُجِّل في الغلاف الجوي الأوروبي منذ سنة ١٩٩٠م نقص ملحوظ في طرح ثاني أكسيد الكبريت بنسبة تقدّر بـ٧٤٪، وأكسيدات النيتروجين بنسبة ٤٤٪، وغاز النشادر بنسبة ٢٥٪.

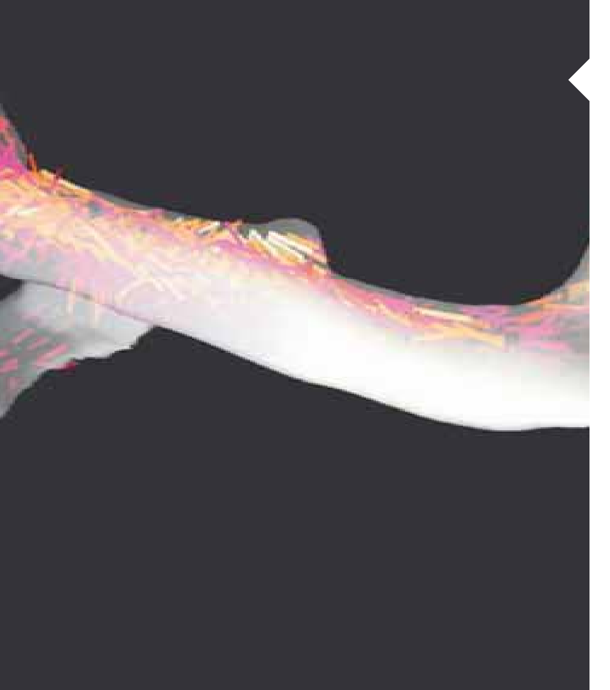
وبناء على هذا، فإن الأمطار الحمضية في الفترات السابقة يمكن أن تكون لها انعكاسات في أيامنا. فقد أدَّت، للمفارقة، إلى رفع قاعدية ثلثي مجاري المياه في شمال شرق أمريكا (حيث يزيد الأس الهيدروجيني على ٧ درجات). حيث، أن حموضة تلك الأمطار أذابت الكلس، كما أذابت الصخور الأخرى المكوَّنة من الكربونات، فتسربت جسيماتها القاعدية اليوم في المجاري المائية. ويعتبر الماء القاعدي أصعبُ معالجة لتحويله ماء صالحا للشرب...

وأخيرا، فإذا كانت الأمطار الحمضية في طريقها للزوال في أوروبا، فإنها أصبحت مشكلة كبرى في آسيا، وهي منطقة حديثة العهد بالتصنيع. ولسوء الحظ فإن تلك الأمطار ما زالت هناك موضوع حديث الناس. ■

(١) QUESTIONS RÉPONSES, SCIENCE & VIE 1180, P 122-125

(٢) الإدراك الحسي العميق (Proprioception) هي إحساس الجسد والأعضاء بحركاتها في الفضاء، دون أن يحتاج الفرد إلى التثبت منها بعينيه. (المترجم)

SHUTTERSTOCK - A.DAGAN



مقاومة العظم تتوقف على اتجاه أليافه

إن الكولاجين هي مادة من المواد المكونة للعظم. وبما أنها تتألف مـن الألياف، فإنها تلعـب دورًا في مقاومـة هيكلنـا العظمـي للصـدمات والشـيخوخة. ولكن لمـاذا تقاوم بعض العظـام أكـثر مـن غيرهـا؟ حـاول باحثـون مـن معهد بول شـيرر (سويسـرا) أن يوضـحوا المسـألة برسـم خرائط اتجاه أليـاف هـذا الكولاجين وصـلابتها. وللقيام بذلـك، كان عليهم أن يبـدأوا بتطوير تقنية تسمح بمراقبة مجموع تلك الألياف في عينة مـن عظم سـليم. وهـذه المهمة علـى درجة مـن الصـعوبة، حيـث تطلبـت منهـم آلاف القياسـات. فأخضـعوا قطعة مـن الفقرات لأشـعة إكس، وحللوا انحرافاتها التي تتوقف على بنيـة العظم الداخلية، عنـد خروجها. ولكن، للحصول على صـورة ثلاثية الأبعاد، تعـيّن عليهـم أن يدرسـوا الجسـم في سـت مواقـع مختلفة، علـى ٤٠ وجهًا تفصـل بين كل منهـا ٤,٥ درجـات، وعلـى ٦٧١٠ نقطة متباعـدة بمقـدار ٢٥ µm (ميكرومـتر)! وأخيرا، تعـيّن عليهم أن يطـوّروا خوارزمية لتحليل هـذا الخليط من المعطيـات. فكانت النتيجة باهرة، والصـورة رائعـة. وقد ختم مانوال قيزار-سكايروس «Manuel Guizar-Sicairos»، الذي قاد الأعمال قائلا: "سنقوم الآن بالربط بين وضع الألياف، واصطفافها أو فوضـاها، وبين مقاومة العظم حتى نفهم تلك العلاقة بصورة أفضل، وندرس تأثيرها على الأشخاص الطاعنين في السن أو الذين يعانـون من الأمراض الانتكاسـية للعظام. ومن شـأن هذا أن يسـاعد أيضا على تطوير مواد حيوية جديدة".



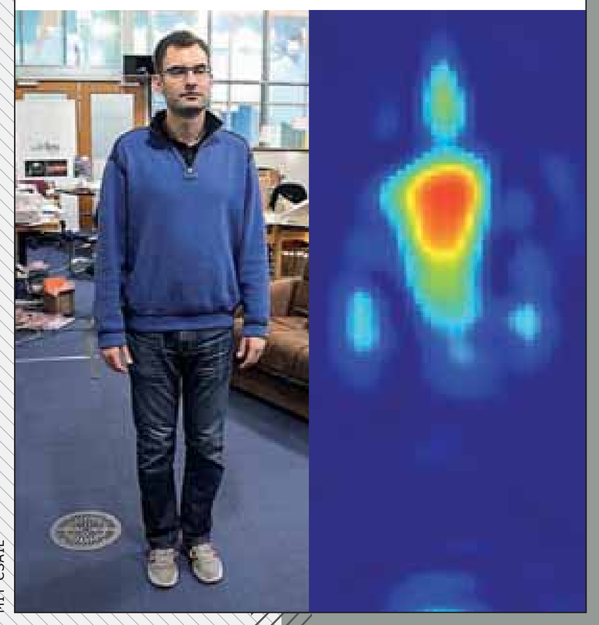
الماء والسيلولوز كافيان

هـل اقتربـت نهايـة المـواد البلاستيكية التـي تلوث الكـرة الأرضيـة؟ بعـد خمس عشـرة سنـة مـن البحـث والتطويـر، أعلنت المؤسسـة الأسترالية «زيو» (ZEO) أنها توصلـت إلى اختـراع المادة العجيبة. هذه المادة، التي أطلق عليهـا اسـم «زيوفـورم» (Zeoform) تجمـع بـين الصلابـة

بفضل موجات الراديو، يمكننا من الآن فصاعدًا أن نرى عبر الجدران

ممـا لا يخفى على أحـد أن موجات الراديو تخترق الجـدران. فلماذا لا نسـتفيد منهـا في رؤية ما يختفـي وراء تلك الجدران؟ تلـك هي الفكرة التـي انطلق منها فريق مـن الباحثين في «معهـد ماساتشوسـتس للتقنية» (MIT) في الولايـات المتحـدة، لتطويـر جهاز «التصـوير بـتردد الراديو» (RF-Capture). هـذا الجهـاز يرسـل موجـات راديـو (مـن ٥ إلى ٧ جيجاهرتز) ويحلل، باستخدام خوارزميات معقدة، انعكاس هذه الموجات على شـخص مختبـئ وراء جدار لإعادة بناء صـورة هيكلـه لاحقا. وهذه التقنيـة ليسـت جديدة -فقد سـبق أن اسـتخدمت بطريقة الـواي فاي-، ولكـن الدقة مع هذا الجهاز بلغت درجة لا مثيل لها. ويشـرح فاضـل أديب «Fadel Adib» وهو أحد الباحثين الأمر فيقول: "في القديم، كان من الممكن أن نعـرف أين يوجـد الشـخص، دون أن نميز أجزاء بدنـه". والآن تمكن هـذا الجهاز مـن التعرف على ١٥ هيـكلا مختلفا من خلال جـدار، بدقة تبلغ نسـبتها ٨٨٪. وبصـرف النظر عن الجانب المثير لهذه التقنية، فإنها يمكن أن تسـتخدم في متابعة تحركات الأشـخاص الطاعنين في السـن في مسـاكنهم، دون الاقتصار، كما هو الحال في الكاميرات، على زاوية واحدة وغرفة واحدة، وذلك لاستشعار الحوادث المحتملة.

٧ يحلل الجهاز انعكاس موجات الراديو على شخص موجود خلف جدار لإعادة بناء هيكله.



MIT CSAIL

P.SCHERRER INSTITUTE/M.LIEBI

٨ إنها المرة الأولى التي تُرسم فيها خريطة ألياف الكولاجين المكونة للعظم بمثل هذه الدقة.

لصناعة البلاستيك

(توجد منها كثافات متعددة) واحترام البيئة، تم إنتاجها من الماء وألياف السيلولوز فقط – فهي إذن خالية من الغراء ومن المواد الكيميائية. ولكن عيب هذا المنتج أنه غير مانع لتسرب الماء، إلا إذا تم طلاؤه بغلاف، وأن كلفة إنتاجه تفوق بقليل كلفة إنتاج البلاستيك العادي. ويأمل مخترعوه أن يسوّقوه قريبا.

ZEO IP PTY LTD





يمكن التقاط أقل نسمة من الهواء بهذا المحرك الهوائي الأفقي

هذا المحرك الهوائي الذي يبلغ طوله مترين، مستوحى من الدوّار «ليب» (LIP) الذي يدفع السفن، تقوم فيه ثلاثة ألواح -طول كل واحد منها ٥متر- بحركة شبيهة بحركة المجداف الخلفي: هذا هو النظام الذي ابتكرته شركة «أدفتك» (Advtech) وهي فكرة وُلدت في مدينة بوردو بفرنسا. هذه التقنية ذات «الألواح الدوّارة» تتولى ضبط مَيْل اللوحات بحسب الريح، منتجة الكهرباء وإن كانت الريح ضعيفة جدًا. وفي الوقت الذي تظل فيه توربينات الرياح العادية متوقفة، لعدم هبوب ريح كافية لتحريكها، فإن جهاز «أدفتك» ينتج الطاقة الكهربائية ويدور "بسرعة تفوق عشر مرات سرعة التوربينات الحالية. حيث تبلغ طاقته النظرية ٣٠٠٠ واط، وتصل إلى ٤٢٠٠ واط حين تبلغ الريح طاقتها القصوى أي ١٤ مترًا/في الثانية" كما يقول أرنو كوروتشيه «Arnaud Curutchet» رئيس الشركة، وهو أستاذ محاضر في المعهد التقني ببوردو بفرنسا. ويقوم الجهاز بكل هذه العملية دون ضجيج. ويبين أرنو كوروتشيه أن المرحلة التالية تتمثل في تركيب نموذج أولي بمدينة تولوز بفرنسا قبل الصيف المقبل، وإطلاق حملة للمشاركة في التمويل "لإنتاج محركات هوائية أكبر، وأخرى أصغر على محور أفقي أو عمودي".

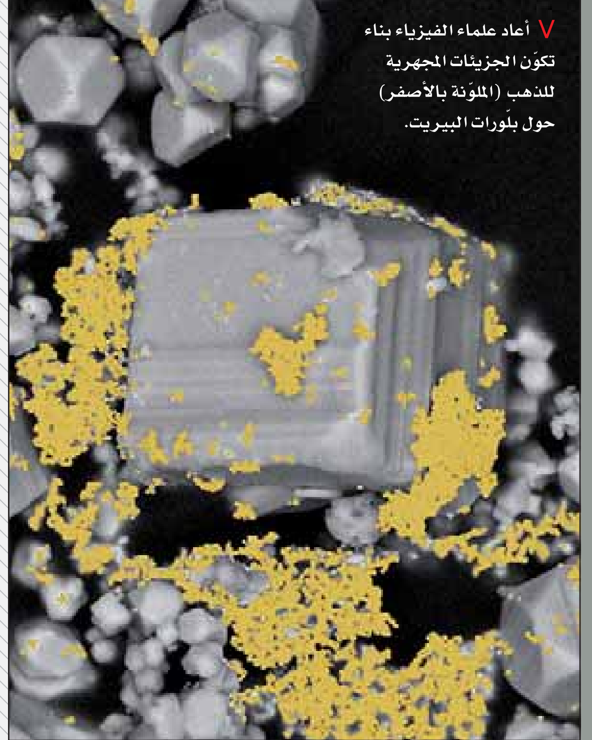


روبوت يتسلق الجدار

هذه حكاية الروبوت الذي لا يوقفه شيء. هذا الجهاز الذي أطلق عليه اسم «فرتيقو» (VertiGo) ابتكره ديزني «Disney» (الذي يملك أيضًا مختبرًا بحثيًا من أهم المختبرات) والمعهد الفيدرالي السويسري للتقنية بزيورخ (سويسرا)، وهو يتحرك بانسيابية على الأرض أو على سطح عمودي. ويكمن سر هذا الجهاز الصغير ذي العجلات الأربع في المروحتين القابلتين للتوجيه واللتين يحملهما على ظهره. فحين يكون مقابل جدار، تدوران على نحو تولّد به المروحة الخلفية دفعة تلصق الجهاز بالجدار، في حين تتولى المروحة الأمامية دفعه إلى الأمام. وعلى كل حالٍ فإن المروحتين لا تتوقفان عن تغيير الوجهة، حسب الدفعة اللازمة، بحيث إن كل مروحة يمكن أن تساعد الأخرى. وبطبيعة الحال، فقد كان من الضروري أن يكون هذا الجهاز خفيف الوزن، ولذلك تم تصنيعه من ألياف الفحم، حتى يستطيع العمل. والنتيجة: أن وزنه يعادل ٢,١ كيلو جرام، ويبلغ طوله ٥٨ سم. فقط ينبغي التنويه: لا تأملوا أن تروا هذا التحفة الصغيرة في بيوتكم، لأن تسويقها غير متوقع في الوقت الراهن.

وأخيرًا صرنا نعرف كيف تتكون مناجم الذهب

إذا كانت القشرة الأرضية تتضمن في المتوسط ميلي جرامًا واحدًا من الذهب في كل طن من الحجارة، فإن بعض الطبقات المترسبة بإمكانها أن تحوي ما يفوق ذلك مليون مرة! وفي الآونة الأخيرة عَرف علماء جيولوجيون فرنسيون المسؤول عن ذلك التركيز: إنه أيون ثالث الكبريتيد (S_3^-). تترتب على ذلك، طبعا، إمكانية التعرف على مواقع مناجم الذهب بشكل أفضل. وإلى اليوم كان العلماء يفترضون أن الذهب يتنقل في القشرة الأرضية عن طريق الموائع المائية الموجودة فيه. والحال أن هذا المعدن الخامل لا يقبل الانحلال في الماء. ويروي قلاب بوكروفسكي «Gleb Pokrovski» من مختبر علوم الجيولوجيا بتولوز بفرنسا تفاصيل العملية فيقول: "لقد أعدنا في المختبر تكوين تلك الموائع الغنية بالأملاح وبالكبريت، ووضعناها في الظروف السائدة تحت السطح بعدة كيلومترات: أي في حرارة تفوق ٢٥٠درجة مئوية، وضغط يتجاوز ١٠٠ بار. والنتيجة هي تكون أيونات ثلاثية الكبريتيد"، والحال أن هذا النوع من الأيونات يمكنه أن يتحد اتحادًا شديدًا مع الذهب. وبالتالي فهو الذي يستخلصه من الصخور، وينقله إلى أن يترسب بفعل الظروف الخارجية، مكونة بذلك شذرات الذهب!



٧ أعاد علماء الفيزياء بناء تكوّن الجزيئات المجهرية للذهب (الملوّنة بالأصفر) حول بلّورات البيريت.

MARIA KOKH ET THIERRY AIGOUY

ADVTECH



DISNEY/UNIVERSITY ETH ZURICH

نباتات الفطر تتسبب في تكون سحب فوقها

إنّ نباتـات الفطـر لا تحـبّ فقط أن يسـقط عليهـا وابل من المطر... بل إنها ربما كانت أيضًـا تصـنع لنفسـها المطر. فمعلوم أنهـا تعمد، مـن أجل التكاثر، إلى قذف الملايـين بل المليارات من الأبـواغ في الجو. غير أن فريقًا من المتخصصـين في علم الأحياء والفيزيـاء، مـن جامعة ميامـي وجامعة مونت سـانت جوزيف في أوهايو، لاحظوا أنه، إذا كانت البيئة شـديدة الرطوبة، فإن سطح الأبـواغ الغني بالسـكاكر يجتذب بخار المـاء المحيط به ويكثفه في قطـيرات رقيقة. وكلما زادت كثافة الأبواغ، زاد اتصـال بعضـها ببعض، وكوّنت، في عملية شـبيهة بكرة الثلـج، قطرات ماء أكبر. وهو ما يعتقده العلماء أنه يولّد سـحبًا مطرية كبرى، خصوصًا في المناطق شديدة الرطوبة مثل الغابات الاستوائية.

ثقب أسود في عدسة المنظار

في شـهر ينايـر ٢٠١٦م، اختـبر العلماء بنجاح المنظار الممتـاز «قرافيتي» (Gravity) في صـحراء آتاكامـا في شـيلي بأمريـكا الجنوبية. ويقوم قرافيتي بإدماج الصور التي تلتقطهـا أربعة مناظـير كل منها مزود بمرآة يبلـغ قطرها ٨,٢ أمتار، جاعلا منها صـورة واحـدة، على درجة كبيرة مـن الدقة، كما لو أنها التُقِطت بأداة عملاقة قطرها ٢٠٠ مترا! وهـو ما يمكّننـا من رؤيـة أجسـام لا يتجاوز حجمها بضع سنتمترات على سطح القمر.

وسيكون هدف هذا المنظار الممتاز الثقبَ الأسـود العمـلاق (ذي الكتلـة البالغـة ٤ ملايـين مرة من كتلـة الشـمس) المختفي في قلب مجرّتنـا، المعروفة بـدرب التبانة. ولأول مـرة يأمل علماء الفلك أن يلاحظوه عن كثب بشـكل كاف ليفاجئوه وهـو منهمك في الأكل.

وفعـلا فثمـة «حسـاء» مـن المـواد الحارقة، تسـتحثّه قوة جاذبيـة الثقب الأسـود، يحوم حولـه قبل أن ينتهي في جوفه (انظر الرسـم إلى اليسـار). وإلى ذلـك «يتجشـأ» الوحش أنفاسا قوية من الطاقة خلال عملية الهضم، التي يأمل علماء الفلك أيضـا أن يبصـروها. ويُنتظَـر أن تظهـر الصـور الأولى مـن هـذه المأدبة بداية من هذه السنة.

مثبّت الحرارة الذي يتأقلم مع حضورك

إذا أردت الاقتصاد في التدفئة، فلا شيء يضاهي مثبّتَ حرارة قابلاً للبرمجة. غير أن النماذج الراهنة تقتصر غالبًا على الجدولة الأسبوعية -أو ربما على ضبط مفصل- دون أن نأخذ في الاعتبار حالات الخروج غير المتوقع. أما الوين (Ween) الذي أبدعته شركة فرنسية ناشئة، فإنه يتأقلم فورا مع تنقلات السكان... مستخدما الوضع الجغرافي لهواتفهم الذكية.
المبدأ الذي يشتغل به هو أنه حين لا يوجد أحد في البيت (انعدام إشارة الواي فاي)، يخفض الجهاز درجة الحرارة. ثم يرفع درجة الحرارة كلما اقترب السكان من البيت. ثمة خوارزمية تحسب بصفة مستمرة زمن عودتهم بحسب أمكنة هواتفهم (إشارة الهاتف الجوال). وهو يعدّل حتى درجة الحرارة حسب السلوك الحراري للبيت. وفي حالة انعدام الهاتف الذكي؟ يمتلك مثبت الحرارة حاسوبا صغيرا لاستشعار حضور الأشخاص، وخاصة الأطفال. وبإمكان الوين، بفضل توافقه مع كل أنظمة التدفئة ذات التحكم المركزي، أن يحقق توفيرا يصل إلى ٢٥٪.

السعر: ٣٥٠ يورو تقريبًا (ما يعادل ١٤٣٠ ريال سعودي تقريبًا)

الموقع: www.ween.fr



يتواصل الوين، عن طريق صندوق في البيت، مع هواتف السكان الذكية فوريًا. ويقوم بضبط جهاز التدفئة بحسب تنقلاتهم.

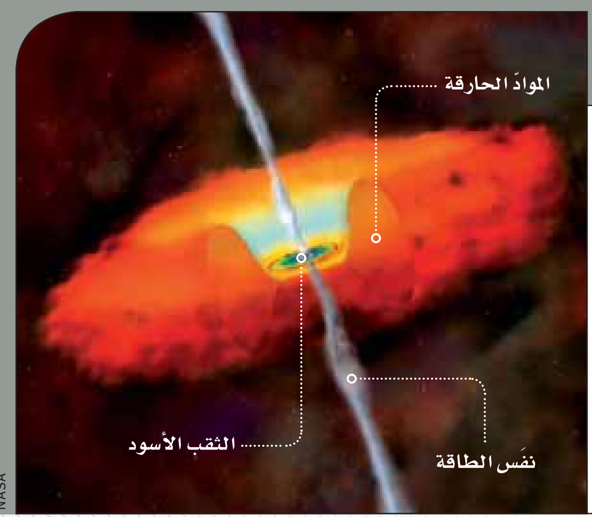
حين يخلو البيت من ساكنيه، يخفض الوين جهاز التدفئة؛ ثم يرفعه حين يكون السكان في طريق العودة إلى البيت.

DR



تجتذب الأبواغُ التي تطلقها نباتات الفطر بخارَ الماء المحيط وتكثفه في قطيرات دقيقة.

SHUTTERSTOCK



NASA


في العدد القادم
كواكب عجيبة خارج النظام الشمسي



مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الرقم: ٣٤٠١١٣ رقم الوثيقة : 05P0031-BKT-0001-AR01